BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

—

58me ANNÉE, 3me SÉRIE, T. XVI.

1888.

Mo. Bot. Garden,
1896.

BRUXELLES.

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE,

rue de Louvain, 108.

—

MDCCCLXXXVIII.

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

QK1
.A228
ser. 3
v. 16
1888

BULLETINS

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

CINQUANTE-HUITIÈME ANNÉE. — 3me SÉRIE, T. 16.

Mo. Bot. Garden,
1896.

BRUXELLES,
F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, ETC.,
ET DE L'ACAD. ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE,
rue de Louvain, 108.

1888

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

58e année, 3e série, tome 16

N° 7.

Mo. Bot. Garden,
1896.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, ETC.,
ET DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE,
Rue de Louvain, 108

1888

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1888. — N° 7.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 30 juin 1888 (1).

M. Crépin, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron de Selys Longchamps, Gluge, H. Maus, E. Candèze, Ch. Montigny, Brialmont, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés;* J.-B. Masius, P. De Heen et Ch. Lagrange, *correspondants.*

---

(1) Par exception, la séance du mois de juillet a été avancée de huit jours.

M. L. Errera, absent de Bruxelles pour motifs de santé, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

M. le directeur adresse à M. Brialmont les félicitations de la Classe au sujet de sa promotion au grade de grand cordon de l'Ordre de Léopold.

« Cette distinction, ajoute-t-il, honore à la fois notre célèbre ingénieur militaire et le corps savant dont il est une des plus hautes illustrations. » — Applaudissements.

M. Brialmont remercie ses confrères pour cette marque de sympathie qui rehausse, à ses yeux, la distinction que le Roi a bien voulu lui conférer. — Applaudissements.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics soumet à l'apréciation de l'Académie :

1° Une lettre, avec annexes à l'appui, par laquelle M. Émile de Munck sollicite un subside du Gouvernement en vue de l'étude des musées préhistoriques de Copenhague et de Stockholm. — Renvoi à l'examen de MM. P.-J. Van Beneden et Briart;

2° Un rapport de M. Julin, chargé de cours à l'Université de Liège, sur les travaux du congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences tenu à Manchester en 1887. — Renvoi à MM. P.-J. Van Beneden, Éd. Van Beneden et Van Bambeke.

— M. Donders, associé de la Classe, professeur émérite à l'Université d'Utrecht, adresse ses remerciements au sujet des félicitations dont il a été l'objet de la part de l'Académie lors de son 70e anniversaire.

— L'Association britannique pour l'avancement des sciences annonce que sa 58^e session annuelle s'ouvrira à Bath le 5 septembre prochain.

— M. Swarts, professeur à l'Université de Gand, fait hommage de la troisième édition de son *Précis de chimie générale et descriptive.* — Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Rapport de la commission qui a examiné le travail de M. le Dr J. Denys, à Louvain, intitulé : Note préliminaire sur la structure de la rate et sur la destruction des globules rouges qui s'opère normalement à l'intérieur de cet organe;* par Ch. Van Bambeke ;

2° Trois brochures relatives à la physiologie des batraciens, par Héron Royer (présentées par M. Van Bambeke);

3° *Aachenosaurus Multidens, reptile fossile des sables d'Aix-la-Chapelle ;* par l'abbé Gérard Smets (présenté par M. P.-J. Van Beneden avec une note qui figure ci-après);

4° *American geological classification and nomenclature;* par Jules Marcou (présenté par M. Dewalque). — Remerciements.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes;* par Jacques Deruyts. — Commissaires : MM. Le Paige et Mansion ;

2° *Sur la nature des comètes;* par François Thiry, à Pecq. — Commissaire : M. Folie ;

3° *Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture;* par A. Petermann. — Commissaires : MM. Stas et Spring.

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe un mémoire de M. l'abbé Smets sur un reptile fossile nouveau des sables d'Aix-la-Chapelle, qu'il désigne sous le nom d'*Aachenosaurus multidens.*

En 1887, malgré l'exiguïté de ses matériaux, l'auteur avait déjà reconnu ce nouveau reptile de la famille des *Hadrosauriens*, dont aucun représentant n'a encore été rencontré dans le *vieux monde.*

Il prendra place à côté des *Iguanodons.*

Au sujet du doute qui avait été exprimé sur l'âge géologique de ce nouveau genre, M. l'abbé Smets a visité de nouveau le gîte fossilifère au village belge de Moresnet, et, quoi qu'on en ait dit, ce nouvel examen ne laisse plus aucune incertitude ni sur l'âge du sable, ni sur la présence de la glauconie qu'il renferme.

L'auteur fait remarquer qu'il existait de nombreux vertébrés à l'époque où ce dépôt a eu lieu, et, depuis un certain temps déjà, il est en possession d'une écaille marginale de *Chélonée Hofmanni*, qu'il a recueillie lui-même dans cette assise.

L'abbé Smets promet de publier prochainement une étude sur les empreintes de pieds d'oiseaux dans les grès blanchâtres de la vase des assises crétacées et, nous pouvons bien le dire, ce travail sera bien reçu de tous ceux qui s'intéressent à la faune des terrains secondaires du pays et de l'étranger.

P.-J. Van Beneden.

RAPPORTS.

Sur l'unification du calendrier proposée par l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de Bologne.

Rapport de M. Folie.

« L'Académie Royale des Sciences de Bologne, à l'occasion du huitième centenaire de la fondation de sa célèbre Université, a voulu rehausser l'éclat et la dignité de ce jubilé, dont elle peut s'enorgueillir à juste titre, en y traitant des questions de l'ordre scientifique le plus élevé. C'est là une noble idée dont notre Académie doit, je pense, féliciter sa sœur italienne, qui a su suivre le précepte d'Horace : *Omne tulit punctum qui miscuit utile dulci.*

Parmi les questions qui seront posées aux nombreux savants, venus de tous les pays civilisés pour congratuler la plus ancienne Université du monde, il en est une qui tient plus que toute autre à cœur à l'Académie de Bologne, tant par l'universalité de son importance que par le légitime sentiment de fierté patriotique qu'elle réveille; c'est celle de la généralisation de la réforme scientifique la plus utile, sans conteste, dont le monde ait été doté depuis Jules César, la réforme du calendrier, due à Grégoire XIII, l'un des enfants les plus illustres de la savante Bologne.

Comme le dit avec infiniment de raison le rapport fait à l'Académie de Bologne, l'unification du calendrier surpasse de beaucoup l'utilité de toutes les autres unités de mesure; elle a une importance sociale que celles-ci n'ont pas. « En effet, dit Laplace, si l'on considère que ce calendrier est aujourd'hui celui de presque tous les peuples d'Europe et d'Amérique, et qu'il a fallu deux siècles et

toute l'influence de la religion pour lui procurer cet avantage, on sentira qu'il doit être conservé, même avec ses imperfections, qui ne portent pas d'ailleurs sur des points essentiels; car le principal objet d'un calendrier est d'attacher, par un mode simple d'intercalation, les événements à la série des jours, et de faire correspondre, pendant un très grand nombre de siècles, les saisons aux mêmes mois de l'année; conditions qui sont bien remplies dans le calendrier grégorien. »

L'Académie de Bologne, désireuse d'employer tous les moyens les plus propres à hâter la réalisation de son vœu, a décidé de solliciter le concours des plus importantes Sociétés savantes du monde, et elle a fait à sa sœur de Bruxelles l'honneur de la désigner spécialement. C'est un honneur, Messieurs, dont nous devons nous montrer reconnaissants.

Quelles sont les raisons qui ont empêché jusqu'à ce jour l'adoption universelle du calendrier grégorien?

Tout d'abord, ç'a été bien certainement l'insurrection des princes protestants et des patriarches grecs orthodoxes contre l'autorité du pontife romain.

Mais ce prétexte a bientôt cédé devant des considérations d'intérêt général; on s'est vite aperçu que cette réforme était exclusivement scientifique, qu'elle ne touchait à aucun point de dogme ou de rite, et les peuples protestants, plus antipapistes certainement que les catholiques grecs, l'ont tous successivement adoptée.

Ces derniers seuls ont résisté.

Et pourtant cette réforme n'eût modifié en rien le caractère essentiel qui différencie les rites grec et romain, caractère qui existait déjà avant elle, comme il eût continué après son adoption, et qui consiste dans la différence

des dates auxquelles on célèbre, dans l'un ou l'autre rite, la fête de Pâques.

Comme le fait remarquer l'Académie de Bologne, la difficulté provient aujourd'hui, non plus d'une hostilité religieuse, mais de l'habitude invétérée des peuples qui n'ont pas encore adopté la réforme grégorienne.

Et parmi ceux-ci, il en est un dont l'accession constituerait le plus beau présent scientifique fait dans ce siècle à l'humanité, c'est le peuple russe, dont les possessions et l'influence s'étendent sur presque toute la région tempérée de l'ancien continent et atteignent jusqu'au nouveau dans sa partie septentrionale.

Il est même permis d'espérer que l'extension récente de cette influence civilisatrice au centre du continent asiatique, qui avait été, jusqu'ici, entièrement fermé aux Européens, hâtera l'unification du calendrier, en raison de l'importance tous les jours plus considérable qui s'y attache.

Pour les astronomes, les météorologistes et les physiciens, l'unité du calendrier s'impose à un tel point qu'il est presque superflu d'en démontrer la nécessité. La date est, en effet, dans les sciences dont ils s'occupent, l'un des éléments fondamentaux de toute observation. Et l'on ne doit pas craindre d'affirmer que, si des publications astronomiques, météorologiques ou magnétiques prenaient pour base un calendrier autre que le grégorien, elles seraient immédiatement discréditées par ce fait seul : il y a déjà tant de labeur dans la comparaison des observations basées sur un calendrier unique qu'on s'habituerait bientôt, avec raison, à laisser dans l'oubli celles qui vous obligeraient encore au labeur inutile et fastidieux de la comparaison des calendriers.

Aussi je ne connais pas un seul exemple de publication astronomique, météorologique ou magnétique sérieux, qui n'ait pour base, même au Japon, le calendrier grégorien. Et c'est ce qui autorise à nourrir l'espoir que bientôt ce calendrier deviendra universel parmi les peuples civilisés.

Il est permis de dire qu'il est déjà adopté officiellement par le Gouvernement russe dans ses grandes publications scientifiques. Toutes les annales astronomiques, météorologiques et magnétiques, publiées aux frais du Gouvernement de ce vaste empire, qui possède des observatoires de tout premier rang, dirigés par les hommes les plus illustres, toutes ces annales sont rédigées exclusivement dans le nouveau style depuis plus de cinquante ans.

Les sympathies du Gouvernement russe sont donc acquises à l'unité du calendrier; la réalisation de cette unité, s'il voulait la décréter, serait plus simple encore que ne l'a été l'adoption du nouveau calendrier par toute la catholicité sous Grégoire XIII, à raison de la plus grande diffusion des lumières; et, si elle se fait attendre, ce ne peut être qu'à cause de l'opposition d'un parti encore puissant, qui y verrait un affaiblissement des traditions nationales.

Mais la nécessité de répandre l'usage d'un calendrier nouveau parmi les peuples des contrées lointaines de l'Asie centrale, qui auront des relations fréquentes avec ceux qui, sous la domination anglaise, font déjà usage du calendrier grégorien, décidera certainement bientôt le Gouvernement russe à achever son œuvre de civilisation par l'adoption de ce calendrier.

Ce pas fait, il n'est pas douteux que l'usage du calendrier grégorien, qui serait universel parmi tous les peuples civilisés des deux mondes, les Mahométans et les

Chinois exceptés, ne s'impose à ces derniers, au moins dans leurs relations avec les autres peuples : car le fanatisme sera, pendant plusieurs siècles encore, un obstacle à l'introduction du calendrier chrétien dans leurs usages nationaux.

L'Académie royale de Belgique a une raison toute spéciale de s'intéresser à la question ouverte par sa sœur de Bologne. C'est de Liège, en effet, qu'est partie l'une des premières tentatives de réforme du calendrier. Nicolas de Cusa, archidiacre de la cathédrale de cette ville, proposa déjà un projet de réforme au Concile tenu à Bâle en 1431.

J'estime donc, Messieurs, qu'il convient que l'Académie félicite l'Académie Royale des Sciences de Bologne d'avoir associé une noble idée de progrès et de civilisation aux fêtes séculaires de son Université;

Qu'elle lui transmette l'expression de ses vœux les plus ardents pour la prochaine unification du calendrier dans le monde civilisé;

Qu'elle la remercie de l'honneur qu'elle lui a fait en sollicitant son concours à cette œuvre,

Et qu'elle lui promette enfin d'y coopérer dans la mesure de ses forces. »

M. Alph. Wauters, commissaire, au nom de la Classe des lettres, déclare se rallier de la manière la plus complète au rapport présenté par M. Folie, et en appuie de toute manière les conclusions.

L'Académie a adopté les conclusions de ses deux commissaires.

—

Note sur l'aspect physique de Mars, pendant l'opposition de 1888; par L. Niesten, astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles.

Rapport de M. Liagre.

« Pendant la dernière opposition de Mars (avril 1888), M. Perrotin, directeur de l'Observatoire de Nice, a fait quelques curieuses observations au sujet de certaines particularités physiques que présente la surface de cette planète.

On sait que les astronomes, adoptant une nomenclature topographique purement hypothétique, ont désigné sous le nom de *continents* les taches d'un *blanc rougeâtre* que l'on observe à la surface de Mars; sous le nom de *mers* les taches dont la teinte est *noire* ou *bleu foncé*, et sous le nom de *canaux* certaines *raies sombres*, les unes simples, les autres doubles, qui se projettent suivant des lignes droites sur le fond clair des continents.

En comparant les dessins de la planète, que lui a fournis l'opposition de 1886, à ceux qu'il a pris pendant l'opposition de 1888, M. Perrotin a constaté que l'aspect de la surface de Mars avait subi, dans l'intervalle, plusieurs modifications importantes. Des *continents* ont disparu et ont été envahis par la *mer;* un nouveau *canal* est apparu au nord de l'équateur de la planète; enfin, chose plus inattendue encore, l'habile observateur a constaté, dans la tache blanche du pôle nord, une sorte de canal, d'origine récente, qui semble relier en ligne droite, à travers les glaces polaires, deux mers voisines du pôle.

La note dans laquelle M. Perrotin signale ces particularités a été présentée à l'Académie des sciences de Paris dans sa séance du 14 mai dernier, et cette curieuse communication a engagé M. Niesten, astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles, à présenter sur le même sujet quelques remarques, déduites des observations qu'il a faites de son côté, sur l'aspect physique de Mars pendant la dernière opposition.

Ainsi que le montre un dessin de la planète, pris par M. Niesten à la date du 5 mai, le continent signalé par M. Perrotin comme ayant disparu était, à la date précitée, redevenu visible ; de sorte que, dans l'intervalle des observations faites à Nice et à Bruxelles, il a dû se produire à la surface de Mars une modification inverse à celle qui avait été primitivement signalée par le directeur de l'Observatoire de Nice.

Des variations analogues, mais moins caractérisées, s'étant déjà présentées dans la forme et la couleur des taches de Mars, et ces variations paraissant accuser un caractère de périodicité, M. Niesten saisit l'occasion actuelle pour attirer sur ce phénomène l'attention des astronomes des différents pays. Les observations faites dans une même opposition, et ayant pour objet une même région de la planète, permettront, dit-il, sinon de préciser l'époque, du moins de resserrer l'intervalle de temps durant lequel ces changements ont dû se produire, et pourront aider à en démontrer la cause.

L'auteur ajoute quelques remarques fort justes au sujet de la différence d'aspect que présente une même tache, selon qu'elle est vue de face ou obliquement. Il est donc prudent, avant de pouvoir affirmer que des changements sont survenus à la surface de la planète, de s'assurer que

les objets ont été observés dans les mêmes conditions d'aspect.

La Note de M. Niesten entre dans quelques détails intéressants sur la topographie de Mars. Elle est accompagnée de deux dessins fort bien faits, représentant l'aspect de la planète pour les dates du 29 avril et du 5 mai 1888. Ces dessins sont le résultat d'observations faites à l'équatorial de 38 centimètres, et à l'aide de grossissements différents.

On sait combien peut varier l'aspect d'un objet céleste (d'une nébuleuse, par exemple) lorsqu'on l'observe au moyen d'instruments dont les pouvoirs optiques diffèrent. Les observateurs qui voudront rendre comparables entre eux les dessins d'une même planète feraient donc bien, à notre avis, de faire connaître la véritable valeur optique des instruments qu'ils emploient, c'est-à-dire la netteté avec laquelle, sous un grossissement donné, ils définissent les objets célestes. Ils devraient, à cet effet, se communiquer une liste comprenant un certain nombre de *test-objects*.

Je conclurai en proposant à la Classe d'adresser des remerciements à M. Niesten pour son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin*, avec la planche qui l'accompagne, son travail qui présente un véritable caractère d'actualité. »

La Classe a adopté ces conclusions, auxquelles M. J. C. Houzeau, second commissaire, s'était rallié.

—

Nouvelles recherches sur l'origine optique des raies spectrales en rapport avec la théorie ondulatoire de la lumière ; par C. Fievez.

Rapport de M. Spring, premier commissaire.

« Dans ce travail, M. C. Fievez formule une interprétation nouvelle de l'origine des raies spectrales.

Kirchhoff expliquait l'apparition des raies et des bandes, dans le spectre, à l'aide de son principe de l'égalité du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant des corps pour la lumière, la température restant constante. Il n'y a pas lieu d'entrer dans les détails de cette explication qui est devenue classique.

Pour M. Fievez, les phénomènes spectraux seraient un cas particulier *des interférences optiques*. Des rayons lumineux produiraient en un point du spectre un mouvement vibratoire dont l'intensité pourrait être maximum ou minimum selon que l'un des rayons serait en retard sur l'autre d'un nombre pair ou impair de demi-longueurs d'ondulations.

Si je comprends bien la pensée de l'auteur, un spectre présentant des raies obscures ou brillantes émanerait toujours, non pas d'une source lumineuse, mais au moins de deux sources différentes ; il nous renseignerait sur la nature des rayons dont le mouvement ondulatoire aurait subi un renversement par l'action simultanée des diverses sources lumineuses.

S'il en est vraiment ainsi, il faut nécessairement que le *facies* d'un spectre soit modifié quand on superpose à la lumière qui le produit « des vibrations de longueurs d'ondes très voisines, mais différentes de marche et d'intensité. »

Cette prévision s'est pleinement vérifiée par l'expérience. En plaçant sur le trajet des rayons lumineux émanant d'une source quelconque, une autre source lumineuse, on voit les raies se modifier complètement.

Tantôt elles deviennent plus brillantes, tantôt elles s'obscurcissent davantage, leur largeur varie également. En un mot la superposition de vibrations de longueurs d'ondes très voisines altère profondément l'état des raies spectrales émanant d'un gaz incandescent.

M. Fievez en conclut que la théorie de l'absorption de la lumière n'est pas seule en état de rendre compte des faits observés, ceux-ci pouvant s'expliquer aussi à l'aide de la théorie ondulatoire.

La tentative que fait M. Fievez a une importance scientifique réelle. A mon avis, elle mérite d'autant plus d'être connue qu'elle est de nature à soulever certaines questions dont la solution ne peut qu'être avantageuse à la science.

J'ai donc l'honneur de proposer à la Classe d'ordonner l'insertion du travail de M. Fievez dans le *Bulletin* de la séance. »

—

Rapport de M. Stas, deuxième commissaire.

« Le travail de M. Fievez renferme une série d'expériences d'analyse spectrale fort ingénieusement conçues et parfaitement exécutées. Les résultats auxquels il est arrivé me semblent inexplicables par le principe de Kirchhoff sur l'égalité du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant pour la lumière.

M. Fievez démontre, en outre, l'influence considérable du pouvoir dispersif et de la mise au point, de l'analyseur

employé, sur le *facies* de la raie jaune sodique et de la raie brune lithique. J'engage M. Fievez à soumettre d'autres raies, et spécialement la raie verte thallique, aux mêmes épreuves, pour s'assurer s'il est permis de tirer une conclusion générale des observations.

Je me joins à mon savant confrère, M. Spring, pour proposer à la Classe d'ordonner l'insertion du travail de M. Fievez dans le *Bulletin* de la séance, et j'ai l'honneur de proposer en outre de voter des remerciements à l'auteur pour sa communication. »

M. J. C. Houzeau, troisième commissaire, adopte les conclusions des rapports de ses deux savants confrères.

Elles sont mises aux voix et adoptées aussi par la Classe.

Mémoire sur quelques formules de calcul intégral, par J. Beaupain, Docteur ès sciences, Ingénieur au corps des Mines.

Rapport de M. Catalan.

I.

« Dans le Mémoire qu'il a présenté à l'Académie, M. Beaupain s'occupe, en premier lieu, des intégrales

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \cos qx dx, \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \sin qx dx,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^p x \cos qx dx, \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^p x \sin qx dx,$$

considérées par divers Géomètres, parmi lesquels il faut citer Serret. La méthode adoptée par M. Beaupain n'est peut-être pas nouvelle, mais il en fait d'heureuses applications. Ainsi, pour déterminer la première intégrale, le jeune Docteur observe que l'on a, en série convergente,

$$2^p \cos^p x \cos qx = \sum_{k=0}^{k=\infty} C_{p,k} \cos(q-p+2k)x;$$

et, par conséquent,

$$2^p \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \cos qx dx = \sum_{k=0}^{k=\infty} C_{p,k} \frac{\left[\sin(q-p+2k)x\right]_0^{\frac{\pi}{2}}}{q-p+2k},$$

ou

$$2^p \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \cos qx dx = \sin\left[(q-p)\frac{\pi}{2}\right] \sum_0^\infty (-1)^k \frac{C_{p,k}}{q-p+2k}.$$

Et comme la somme de cette série auxiliaire est

$$\frac{1}{2}\int_0^1 x^{\frac{q-p}{2}-1}(1-x)^p dx;$$

on trouve

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \cos qx dx = \frac{\sin(q-p)\frac{\pi}{2}}{2^{p+1}} B\left(\frac{q-p}{2}, p+1\right) (*). \ (1)$$

(*) Bien entendu, M. Beaupain détermine les conditions de convergence de toutes les séries qu'il emploie.

De même,

$$\left.\begin{aligned}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \sin qx\,dx = &-\frac{\cos(q-p)\frac{\pi}{2}}{2^{p+1}} \mathrm{B}\left(\frac{q-p}{2}, p+1\right)\\ &+\frac{1}{2^{p+1}}\int_0^1 x^{\frac{q-p}{2}-1}(1+x)^p\,dx;\end{aligned}\right\}(2)$$

etc.

II.

La formule (2) donne lieu à un rapprochement assez curieux. D'après Serret (*) :

$$\left.\begin{aligned}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^p x \sin qx\,dx = &\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma\left(\frac{p+q}{2}+1\right)\Gamma\left(\frac{p-q}{2}+1\right)}\\ &\times\int_0^1 \frac{t^{\frac{p-q}{2}} - t^{\frac{p+q}{2}}}{(1+t)^{p+1}(1-t)}\,dt\ (^{**}).\end{aligned}\right\}(3)$$

La formule (2) suppose $q-p>0$; la formule (3), $q-p<2$. Si donc cet argument est *entier*, il ne peut

---

(*) *Journal de Liouville*, tome VIII, p. 7.

(**) A l'endroit cité, le second membre contient deux fautes signalées par M. Beaupain. D'ailleurs, nous remplaçons, dans la formule de Serret, m par p, n par q, afin de faciliter la comparaison.

différer de 1. Dans ce cas, on trouve, par un simple changement de variables,

$$\int_0^1 \frac{1-\beta^{2p}}{(1+\beta^2)^p(1-\beta^2)}\,d\beta = \frac{\Gamma(p+\frac{1}{2})\sqrt{\pi}}{2^p\,\Gamma(p)}\int_0^1 (1+\alpha^2)^{p-1}d\alpha; \quad (4)$$

et, si p est un *nombre entier*,

$$\int_0^1 \frac{1+\beta^2+\beta^4+\cdots+\beta^{2p-2}}{(1+\beta^2)^p}\,d\beta = \frac{\Gamma(p+\frac{1}{2})\sqrt{\pi}}{2^p\,\Gamma(p)}\int_0^1 (1+\alpha^2)^{p-1}dx \ (^*) \quad (5)$$

III.

Après ces études sur des résultats connus en partie, M. Beaupain cherche les valeurs des intégrales

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^r x \cos^s x \cos qx dx, \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^r x \cos^s x \sin qx dx;$$

intégrales que je crois *nouvelles* (**). Il la fait dépendre,

---

(*) Dans les *Mélanges mathématiques*, nous développerons ce sujet.

(**) Dans *Bierens de Haan* (T. LXII), on trouve ces *deux seuls* cas particuliers :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{p-1} x \cos^{q-1} x \sin (p+q) x dx = \frac{\Gamma(p)\Gamma(q)}{\Gamma(p+q)} \sin\frac{p\pi}{2},$$

$$\int_0^{1} \sin^{p-1} x \cos^{q-1} x \cos (p+q) x dx = \frac{\Gamma(p)\Gamma(q)}{\Gamma(p+q)} \cos\frac{p\pi}{2}.$$

très simplement, des intégrales à *différentielles algébriques* :

$$\int_0^1 x^{\frac{q-r-s}{2}-1}(1-x)^r(1+x)^s dx, \quad \int_0^1 x^{\frac{q-r-s}{2}-1}(1+x)^r(1-x)^s dx, \text{ etc.};$$

intégrales que l'on pourrait appeler *ultra eulériennes*, et dont il fait connaître quelques propriétés. Chemin faisant, le jeune Géomètre rencontre la transcendante

$$\int_0^1 \frac{(1+x)^r(1-x)^s-(1-x)^r(1+2)^s}{x}dx,$$

sur laquelle il se propose de revenir.

IV.

Cette analyse, très incomplète, du Mémoire de M. Beaupain, suffira, je l'espère, à montrer qu'il est fort intéressant. En conséquence, j'ai l'honneur d'en proposer l'impression dans le Recueil *in-quarto*. En outre, je prie la Classe de vouloir bien adresser des remerciements à l'auteur, afin de l'encourager à suivre la voie qu'il s'est ouverte. »

M. Mansion fait savoir qu'il se rallie, comme M. Le Paige, deuxième Commissaire, aux conclusions du rapport de M. Catalan ; « mais il engage vivement, ajoute-t-il, M. Beaupain à s'assurer directement, pour les séries qu'il soumet à une intégration, si elles sont *uniformément* convergentes ; pour celles qu'il soumet à une dérivation, il y a lieu de prendre des précautions analogues. »

Les conclusions précitées sont mises aux voix et adoptées.

—

De la longueur d'une ligne; par le lieutenant E. Goedseels, répétiteur à l'École militaire de Belgique.

Rapport de M. P. Mansion.

« La note que j'ai l'honneur de présenter à la Classe avait été primitivement destinée à *Mathesis* par son auteur. Il m'a semblé qu'elle serait mieux à sa place dans les *Bulletins* de l'Académie, à cause des difficultés que présente la question qui y est traitée par M. Goedseels, d'une manière simple, rigoureuse et complète.

En 1843, comme on le sait, M. Catalan a fait observer, dans ses *Éléments de Géométrie*, qu'on ne peut avoir une idée précise des grandeurs géométriques, *longueur, aire, volume,* relatives aux lignes et aux surfaces courbes, à moins d'introduire, dans leur définition même, la notion de limite (*). Pour lui, par exemple, l'aire d'une courbe plane est la limite de l'aire d'un polygone variable, inscrit à la courbe et dont les côtés diminuent indéfiniment de manière à devenir moindres que toute grandeur donnée. Il définit d'une manière analogue les longueurs des lignes courbes, les aires des surfaces courbes et les volumes compris sous ces surfaces.

Quand il s'agit des aires planes, on démontre assez facilement que la limite de l'aire du polygone variable inscrit à la courbe est toujours la même, quelle que soit la manière dont ses côtés décroissent indéfiniment. Ainsi, pour fixer les idées, supposons que la courbe considérée ait pour équation, en coordonnées rectangulaires, $y = \psi x$, ψx étant une fonction positive, continue, ayant une seule valeur pour chaque valeur de x. L'aire de la figure com-

(*) Comparer PEYRARD, Préface de la traduction des *OEuvres d'Archimède.*

prise entre l'axe des x, les ordonnées ψx_0, ψX correspondant à x_0 et X, est la limite de l'aire du polygone inscrit variable dont les sommets ont pour abcisses équidifférentes $x_0, x_1, x_2,\ldots,x_n = X$, aussi bien dans le cas où n prend les valeurs successives 2, 4, 8, 16,... (puissances successives de 2), que dans celui où $n = 3, 5, 7, 11, 13,\ldots$ (nombres premiers impairs). On observera que, dans ce dernier cas, les polygones inscrits successifs n'ont jamais de sommets communs.

Mais quand on veut traiter la question analogue relative à la longueur des lignes courbes, on rencontre des difficultés inattendues. Dans le cas où les polygones inscrits successifs, pour un certain mode défini de décroissement de leurs côtés, ont des sommets qui ne sont pas conservés dans les polygones considérés ultérieurement, on ne voit pas d'abord comment on peut prouver que le périmètre variable a une limite et que cette limite est la même pour un autre périmètre variable.

La plupart des auteurs ont esquivé la difficulté en ne considérant que des courbes ayant, en chaque point, une tangente, et telles que cette tangente s'infléchit d'une manière continue quand on passe d'une extrémité de l'arc à l'autre. Dans ce cas, on ramène aisément la rectification des courbes planes ou gauches à la quadrature d'autres courbes et la question peut être regardée comme résolue.

Il y a quelques années, Scheeffer a essayé de s'affranchir de la restriction relative à l'existence d'une tangente à inflexion continue d'un bout de la courbe à l'autre. Il a démontré que, si la fonction qui représente l'ordonnée de la courbe plane est continue et si la somme de ses oscillations est finie, les périmètres de tous les polygones variables inscrits à côtés indéfiniment décroissants ont une limite unique et finie, *pourvu, toutefois, que chaque*

polygone variable varie seulement par addition de nouveaux sommets, sans suppression d'aucun de ceux qui ont servi antérieurement (*).

M. Jordan, dans la *Note* qui termine son beau *Cours d'Analyse*, a traité (n^{os} 46-51) la question d'une manière plus générale, aussi pour les courbes planes. Il a montré que la limite des périmètres des polygones inscrits est encore unique, même si ces polygones varient non seulement par addition de nouveaux sommets, mais aussi par suppression d'anciens. Pour étendre à ces polygones la démonstration de Scheeffer, M. Jordan a été amené à introduire, dans son exposé, une quantité L, égale ou supérieure au périmètre de n'importe quel polygone inscrit, et telle cependant qu'il y ait des périmètres qui soient plus grands que toute quantité inférieure à L. La considération de cette quantité L (limite supérieure des périmètres, dans le sens de Weierstrass) rend naturellement la démonstration de M. Jordan plus subtile que celle de Scheeffer, mais, comme nous venons de le dire, elle est plus complète.

Dans la Note que nous soumettons à l'Académie, M. Goedseels, sans connaître, semble-t-il, les recherches de Scheeffer et de M. Jordan, a abordé, par une méthode nouvelle, la question de la longueur des lignes courbes continues, planes ou gauches. Le point de départ de son

(*) *Allgemeine Untersuchungen über Rectification der Curven* (Acta mathematica, 1884, t. V, pp. 49-82). Voir pp. 50-51, 54-56. C'est à la dernière ligne de la démonstration du théorème I, que s'introduit nécessairement la restriction que nous signalons dans le texte. Ni Scheeffer, ni M. Jordan, ne s'occupent des courbes gauches, auxquelles on peut pourtant étendre leurs démonstrations; en revanche, l'un et l'autre traitent, dans leurs recherches, de celles où l'ordonnée est une fonction discontinue de l'abscisse.

travail est le théorème suivant, dont il donne une démonstration élémentaire et rigoureuse : *On peut inscrire dans un arc de courbe, un polygone n'aboutissant pas aux extrémités de cet arc et ayant néanmoins un périmètre supérieur à la corde qui joint ces extrémités; tous les polygones inscrits, dont les côtés sont inférieurs à une quantité suffisamment petite, convenablement déterminée, jouissent de la même propriété* (*).

Au moyen d'un lemme ingénieux, relatif à la limite d'une variable toujours croissante, à part certaines oscillations, l'auteur déduit sans peine du théorème précédent les conséquences suivantes : 1° Le périmètre de tout polygone variable, inscrit à la courbe, a une limite finie ou croît indéfiniment, si ses côtés décroissent indéfiniment, d'après une loi déterminée quelconque; 2° le périmètre de tout autre polygone analogue a la même limite ou croît indéfiniment en même temps que le premier.

Ces théorèmes suffisent évidemment pour définir avec précision ce qu'on entend par longueur finie ou infinie d'un arc de courbe, et ils excluent la possibilité de courbes continues ayant une longueur indéterminée.

Comme on le voit, la petite Note de M. Goedseels élucide, d'une manière simple et complète, une question difficile de géométrie infinitésimale. Je propose donc à la Classe de vouloir bien en voter l'impression au *Bulletin* de la séance. » — Adopté.

(*) La démonstration s'appuie implicitement sur la remarque suivante : *Si une corde inscrite dans une courbe (non fermée et sans boucle) a pour limite zéro, il en est de même de la différence des valeurs de la variable indépendante correspondant aux extrémités de la corde* (JORDAN, *Cours d'analyse*, t. III, p. 588, n° 39, fin).

Projet de création d'un aquarium marin à Ostende; par Ferdinand de Stuers.

Rapport de M. P.-J. Van Beneden.

« A la séance du mois de juin, l'Académie m'a prié d'examiner une lettre de M. Ferdinand de Stuers sur le projet de créer à Ostende un aquarium marin, qui serait pour le public une source de distractions et qui servirait, en même temps, les intérêts de la science.

Pendant longtemps on n'a connu que des observatoires pour étudier les phénomènes du ciel; depuis quelques années on comprend qu'il n'est pas moins important d'avoir des observatoires pour étudier les phénomènes de la vie, et il est temps que la Belgique, qui possède depuis plus de quarante ans une installation de ce dernier genre, établie sur une petite échelle, suive l'exemple de nos voisins du Midi et du Nord.

Du reste, comme le dit M. de Stuers, chaque pays doit connaître ses productions naturelles et le naturaliste peut, par l'observation, indiquer le moyen d'augmenter les richesses que l'homme tire de la mer.

Nous ne pouvons donc qu'émettre un avis favorable sur le projet de M. de Stuers de créer un grand aquarium à Ostende, et exprimer l'espoir que ceux qui s'intéressent à la pêche sur le littoral du pays, comme ceux qui ont à cœur le progrès des études biologiques, voudront bien contribuer au succès de cette entreprise. »

Ces conclusions ont été adoptées.

—

Sur la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs ;
par le Dr Vanlair.

Rapport de M. Van Bambeke.

« Dans le travail soumis à notre examen, M. le professeur Vanlair, auteur d'une série de travaux importants sur la régénération des nerfs, étudie un nouveau et très intéressant côté de la question : *la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs.*

Il énumère d'abord les obstacles auxquels il faut attribuer l'insuccès relatif de ses essais antérieurs en vue d'obtenir la régénération d'un nerf après des sections itératives. Ces obstacles doivent-ils être ou non considérés comme insurmontables? Par les expériences nouvelles dont les résultats sont consignés dans le présent mémoire, l'auteur arrive à cette conclusion que ces conditions, quelque défavorables qu'elles soient, n'empêchent pas toujours une seconde reproduction. En d'autres termes, un nerf totalement divisé, puis intégralement reconstitué, peut encore suffire à une nouvelle régénération aussi parfaite que la première, quand on vient à le sectionner une seconde fois.

Suit alors la relation des deux expériences instituées par le Dr Vanlair. Ces expériences, faites sur des chiens, ont été conduites avec toute la rigueur scientifique désirable, et toujours un examen histologique soigné est venu compléter l'observation. Impossible, à moins de tout reproduire, de donner une idée complète de ces expériences. Contentons-nous de signaler ce qui suit :

Dans les deux cas, la section itérative a porté sur le sciatique poplité interne; dans les deux cas aussi, l'intervalle entre les deux sections a été de plus d'un an. Dans la seconde comme dans la première expérience, on a pu observer, après la double section, le retour intégral de la sensibilité. Dans la première expérience, la régénération à la suite de la première section était si complète, que l'auteur n'a pas hésité à pratiquer, au lieu d'une simple division, une rescision du nerf, dans le double but d'examiner microscopiquement le tronçon et de rendre plus frappante, dans l'éventualité d'une reproduction, la démonstration du phénomène. Supérieurement le nerf fut tranché à quelques millimètres au-dessous du renflement correspondant à la précédente section, et inférieurement à près de deux centimètres plus bas. Il n'y eut que peu ou point de rétraction. Dans la seconde expérience, lors de la nouvelle section, et afin de pouvoir ultérieurement établir une comparaison entre les effets d'une section simple et ceux d'une section itérative, le D^r^ Vanlair a divisé simultanément les deux poplités : *le poplité interne* à deux centimètres au-dessous du renflement, et le *poplité externe* au même niveau. Pas de suture.

Ce qui frappe, dans le nerf régénéré après section itérative, c'est le développement considérable, malgré la gracilité des fibres nerveuses, du tissu interstitiel intranériculaire ; non seulement ce développement est plus prononcé qu'à l'état physiologique, mais il l'est même sensiblement plus que dans les nerfs régénérés à la suite d'une seule section. L'auteur démontre qu'il ne saurait être question, pour expliquer cette disposition, d'une hyperplasie, suite d'un travail phlegmasique. D'après lui, il faut l'attribuer à la persistance des anciennes gaines de

Schwann vidées de leur contenu et fondues en quelque sorte avec le tissu endoneural primitif.

Dans les deux cas, il s'est produit le fait remarquable que la seconde régénération a pris moins de temps que la première. D'après l'auteur, la brièveté relative du second délai doit trouver son explication dans la présence des fibres embryonnaires développées aux dépens du bout central sous l'influence de la section. On sait que M. Vanlair, partageant en cela la manière de voir de la plupart des anatomistes qui se sont occupés du même sujet, considère le bout central comme seul actif dans le processus de régénération. Bourgeonnant plus vite que les anciennes, ces fibres embryonnaires fournissent plus promptement des fibres nouvelles au bout périphérique, et le retard que peut éprouver ultérieurement leur progression, par suite de la densité excessive du segment qu'elles ont à parcourir, se trouve plus que compensé par leur développement rapide.

En résumé, M. Vanlair a démontré qu'il n'est nullement impossible d'obtenir expérimentalement plusieurs fois de suite la reproduction d'un même nerf. Comme il en fait la remarque, en dehors des accidents imprévus, le seul obstacle à ces régénérations multiples consiste dans l'épaississement endoneural du segment périphérique, épaississement occasionné par la multiplication excessive des gaines de Schwann. Encore cet obstacle lui-même est-il aisément surmonté par la pression centrifuge des fibres nouvelles. Comme on vient de le voir, il est d'ailleurs compensé, et au delà, lors de la seconde reproduction, par l'accroissement considérable de leur puissance prolifératrice.

Cette analyse du travail du professeur Vanlair est loin

d'être complète; elle suffit toutefois à démontrer que l'auteur a fait faire un nouveau pas à la question de régénération des nerfs, question si importante, non seulement au point de vue purement scientifique, mais encore au point de vue de la pratique médicale.

Nous proposons à la Classe :

1° D'insérer le travail de M. Vanlair dans le *Bulletin* de nos séances ;

2° De voter des remerciements à l'auteur. »

M. J.-B. Masius a déclaré qu'il souscrivait aux conclusions du rapport de M. Van Bambeke et qu'il n'avait rien à y ajouter; ces conclusions ont été mises aux voix et adoptées.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Note sur le coup de foudre qui a frappé l'Observatoire de Bruxelles le 23 juin 1888; par F. Folie, directeur de l'Observatoire et membre de l'Académie.

Pendant le violent orage qui a sévi sur la Belgique entière le 23 juin, et qui a occasionné partout de nombreux dégâts, la foudre a frappé l'aile ouest des bâtiments de l'Observatoire (côté du boulevard), à 6 h. 10 m. du soir.

On sait que cette aile ouest est surmontée d'une petite coupole (abritant l'équatorial de Troughton et Simms) et de l'anémomètre Robinson à coupes, relié par un câble au météorographe universel de M. Van Rysselberghe, installé dans une pièce du rez-de-chaussée de l'aile est.

- - - - Câble à trois fils recouvert de plomb.
— — — Fil de sonnerie.
= Câble à dix fils recouvert de toile goudronnée, venant de l'anémomètre.
— · — Double fil recouvert de gutta-percha allant au pluviomètre.

○ Conduite de gaz.
⊙ Tube de décharge des gouttières.
f Points où l'on a remarqué des traces de fusion.
○ Conducteur du paratonnerre.

Cette seconde aile est également surmontée d'une coupole de dimensions beaucoup plus notables que celles de la coupole ouest, et du paratonnerre (système à tige unique).

La distance entre ce paratonnerre et l'anémomètre sur lequel la foudre s'est portée d'abord, est de 25 mètres. La hauteur de la tige du paratonnerre est de 6 mètres à partir du faîte du toit et de 22 mètres à partir de la surface du sol. Le moulinet dépasse le toit de 4 mètres.

On ne remarque aucune trace du passage du fluide à l'extérieur du moulinet-girouette, mais à l'intérieur de la boîte en fonte ont voit distinctement deux traces de fusion aux points d'attache du câble avec les ressorts frotteurs servant à donner la direction du vent au météorographe Van Rysselberghe. A l'intérieur de ce dernier instrument, au point où les huit fils du câble se réunissent, toutes les pièces métalliques sont fondues. D'autres pièces, devant glisser l'une sur l'autre, sont soudées; les six bobines d'électro-aimant, sont brûlées. L'appareil est hors de service.

Le fluide à suivi ensuite le câble en plomb — qui envoie le courant des piles — le fondant en partie, et il est entré en terre par les conduites de gaz et les tuyaux de gouttière. On voit, en effet, des traces de fusion aux points où ces conduites rencontrent le câble.

L'enseignement à tirer de l'accident que nous venons de relater brièvement, c'est que le paratonnerre à tige unique est absolument insuffisant pour protéger des atteintes de la foudre les objets plus ou moins élevés qui se trouvent dans son voisinage.

—

Sur les moyens d'évaluer et de combattre l'influence de la capillarité dans la densimétrie; par G. Van der Mensbrugghe, membre de l'Académie.

1. Dès 1859, Langberg (1) a appelé l'attention des physiciens sur les erreurs produites par la capillarité dans les indications aréométriques : bien qu'à cette époque, la tension superficielle n'eût pas encore été mise en évidence et mesurée par des méthodes variées, le physicien allemand ne l'a pas moins invoquée, à l'exemple de Hagen, comme une force hypothétique, qui lui permettait d'évaluer exactement les erreurs dont il voulait démontrer l'existence; c'est Langberg qui a, le premier, je pense, énoncé formellement la véritable condition de l'équilibre d'un aréomètre, savoir que la poussée doit être égale à la somme du poids de l'instrument et de celui du relèvement capillaire autour de la tige. En outre, il a confirmé la théorie par de nombreuses expériences faites avec l'alcoomètre normal, n° 53, de Geissler, deux alcoomètres de Greiner et l'alcoomètre de Gay-Lussac.

2. En 1869 (2), j'ai conclu des observations de Langberg et de mes nombreuses expériences sur l'étalement

---

(1) *Ueber den Einfluss der Capillar-Attraction auf Aräometer-Messungen* (Ann. de Pogg., t. CVI, p. 299).

(2) *Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface*, 1er mém., § 53 (Mém. cour. et des sav. étrangers de l'Acad. roy. de Belg., t. XXXIV).

d'un liquide sur un autre, « qu'une mesure aréométrique
» peut être altérée quand on amène en contact avec la
» surface du liquide un thermomètre qui n'est pas par-
» faitement nettoyé; comme la tension ajoute son effet à
» celui du poids de l'aréomètre, et que le contact d'un
» corps gras diminue cette tension pour un grand nombre
» de liquides, il en résulte que, dans ces conditions, l'aréo-
» mètre montera d'une certaine quantité. »

3. En 1870, M. Koster (1) a publié un mémoire dont les conclusions singulières prouvent que l'auteur ne connaissait pas les recherches antérieures sur la question; quant aux faits décrits par le physicien italien, ils ont été reconnus exacts par une commission nommée par la Société médico-physique de Florence, et dont M. Zannetti (2) a rédigé le rapport; mais, dans celui-ci, on ne signale pas la cause réelle des bizarreries observées par M. Koster, à savoir la variation plus ou moins prononcée de la tension superficielle.

4. Deux ans après, M. Duclaux (3) est revenu sur la question : il part du principe de la tension considérée, non plus comme une hypothèse, mais comme une force réelle; on le conçoit, il arrive ainsi à la même proposition que Langberg; il en conclut, comme je l'avais fait en 1869, que l'aréomètre se soulève quand on diminue la tension superficielle du liquide où flotte l'instrument.

---

(1) *Nuovi fatti che demostrano la inesattezza degli areometri per misurare la densità dei liquidi* (Lo sperimentale, anno XXII, p. 265).

(2) *Il filicritico*, fasc. I, p. 25, et fasc. II, p. 67, 1870.

(3) *De l'influence de la tension superficielle des liquides sur les mesures aréométriques* (Journ. de phys. de d'Almeida, t. I, p. 197, 1872).

5. En 1880, M. Marangoni (1) s'est appliqué à trouver des dispositions propres à montrer dans les cours de physique les effets indiqués dans mon mémoire de 1869 et dans le travail de M. Duclaux. Pour atteindre son but, il s'est servi de flotteurs assez délicats pour qu'une variation de tension amenât des points d'affleurement très différents. Il déclare, qu'à son avis, les aréomètres peuvent servir à déterminer le poids spécifique des liquides avec une précision égale à celle que donne une balance très sensible.

6. En 1886, le même physicien (2) a publié la description d'un volumètre double destiné à la détermination exacte des densités des liquides; il propose l'emploi de deux volumètres de poids différents, mais à tiges de même diamètre; en réalité, il élimine ainsi, du moins théoriquement, l'effet des variations de tension d'un liquide à un autre; seulement l'auteur avoue que ses résultats n'ont pas encore toute la précision désirable.

7. Après ce petit aperçu historique, incomplet sans doute, mais qui m'a permis de constater que Langberg a le premier, je pense, évalué exactement le poids du relèvement capillaire autour d'une tige mouillée et supposée parfaitement calibrée, j'arrive à l'objet de la note actuelle. Je me propose : 1° de décrire un moyen fort simple pour évaluer numériquement le poids du relèvement capillaire qui intervient dans la condition d'équilibre d'un densi-

---

(1) *Influenza dell' imbrattamento di superficie sulle misure areometriche* (Rivista scientif. industr. de Vimercati, 1880, p. 55).

(2) *Il doppio volumetro per la determinazione esatta dei pesi specifici dei liquidi.* (Nuovo Cimento, 3e série, sept.-oct. 1886.)

mètre donné; 2° de montrer, par un exemple, l'importance du bon calibrage des densimètres; 3°, enfin, de faire connaître un procédé commode pour assigner aux observations densimétriques leur maximum de précision.

I. — *Moyen très simple de constater l'influence du relèvement capillaire et d'évaluer numériquement le poids du liquide soulevé.*

8. Rappelons que, d'après Langberg et Duclaux, l'équilibre d'un densimètre dans l'eau distillée à + 4°C n'a lieu que moyennant la condition :

$$P + 2\pi r F = V,$$

P étant le poids de l'instrument, $2r$ le diamètre de la tige au point d'affleurement, F la tension de l'eau distillée à son maximum de densité, et V le volume d'eau déplacé.

On voit, d'après cette formule, que si l'on parvenait à supprimer le relèvement produit par la capillarité autour de la tige, le terme $2\pi r F$ s'évanouirait, la poussée V l'emporterait sur P, et conséquemment l'appareil monterait d'une quantité x facile à calculer : car au poids $2\pi r F$ correspond évidemment une poussée $\pi r^2 x$, de sorte que $x = \frac{2F}{r}$, c'est-à-dire que le nouveau point d'affleurement serait à une distance du premier, égale au quotient du double de la tension de l'eau distillée par le rayon de la tige.

9. Pour vérifier ce résultat, j'ai marqué le point d'affleu-

rement (1) d'un densimètre dans l'eau distillée à + 4°; j'ai essuyé ensuite l'appareil, puis j'ai couvert d'une mince couche de cire blanche (dont la densité est très peu inférieure à celle de l'eau) toute la surface latérale de la tige qui avoisinait la section d'affleurement déjà marquée, et cela sur une longueur de 10 millimètres environ au-dessous de cette section; comme la cire est difficilement mouillée par l'eau, on peut rendre impossible la formation d'un ménisque capillaire autour de la portion recouverte; à la vérité, l'appareil est devenu ainsi un peu plus lourd, mais de quelques milligrammes seulement. Cela étant, j'ai plongé le densimètre avec grande précaution dans l'eau distillée toujours à + 4°C, et, quoique un peu plus pesant, il a pu demeurer en équilibre quand il affleurait la surface liquide à $5^{mm},9$ plus bas que le point d'affleurement primitif; donc l'instrument, bien que réellement plus lourd, semblait peser moins. Mais, en revanche, il n'y avait plus de relèvement du liquide autour de la tige, ou, s'il y en avait en quelques points du contour, ces relèvements partiels étaient si peu marqués que la surface de l'eau paraissait à peu près horizontale autour de la tige.

Pour évaluer numériquement la quantité $\frac{2F}{r}$ dans l'exemple actuel, il suffirait de déterminer le diamètre de la tige dans la section de l'affleurement; à cet effet, j'ai mesuré au cathétomètre le diamètre de cette section dans deux directions rectangulaires; j'ai trouvé $4^{mm},93$ et $4^{mm},65$; la moyenne de ces valeurs est 4,79; comme la tension de l'eau distillée

(1) Comme on sait, on vise la section de la tige qui se trouve à peu près au niveau extérieur du liquide; c'est cette section qui contient le point d'affleurement dont il s'agit.

à + 4° vaut $7^{mm},6$, on a $x = \frac{4 \times 7.6}{4.79} = 6^{mm},3$; cette quantité diffère de la valeur observée, $5^{mm},9$ de $0^{mm},4$; la différence provient sans doute, d'une part, de la petite augmentation du poids de l'appareil, d'autre part et surtout de l'effet des relèvements partiels, qu'il est malaisé d'annuler également partout dans une même section droite de la tige.

Cette expérience, qu'on peut faire avec un liquide quelconque ne mouillant pas la cire, me paraît fort instructive : elle a le double avantage d'être facile à répéter et de donner une mesure approchée de la poussée complémentaire due à la capillarité.

10. Pour démontrer d'une autre façon que le principe d'Archimède n'est rigoureusement applicable que dans le cas où il n'y a pas de ménisque soulevé autour du flotteur et où la surface ambiante est partout sensiblement horizontale, j'ai construit un flotteur tubulaire, terminé vers le haut par une section droite ouverte et n'ayant qu'un demi-millimètre de diamètre moyen; je l'ai lesté de manière que, plongé dans l'eau distillée à 15°C, il émergeât de 8 ou 10 millimètres au-dessus du niveau, afin que le relèvement capillaire pût se former avec toute l'ampleur possible. J'ai augmenté alors le lest (du sable très fin et sec) par de très petites portions à la fois; de cette manière, les dimensions du ménisque soulevé ont bientôt diminué et ont fini même par s'annuler complètement, ce dont je pouvais m'assurer en observant que la surface liquide paraissait horizontale jusqu'au contact avec la section terminale du flotteur. Dès lors, le principe d'Archimède s'appliquait dans toute sa rigueur, comme je l'ai constaté en pesant l'appareil et en calculant ensuite avec grand soin le volume du liquide déplacé par le flotteur. On peut alors impunément

diminuer la tension du liquide sans que les conditions de l'équilibre du flotteur soient différentes.

Si l'on continue à augmenter très graduellement le lest, le flotteur peut encore se maintenir en équilibre, mais alors il se forme un ménisque convexe autour de la section terminale; le poids du liquide déplacé pour que le ménisque convexe puisse se former s'ajoute alors à la poussée proprement dite pour contrebalancer avec celle-ci le poids total du flotteur.

II. — *De l'importance du bon calibrage des densimètres.*

11. Dans les industries où les densimètres sont d'un usage fréquent pour fournir une évaluation approchée de la densité d'un liquide, on regarde les tiges de ces instruments comme suffisamment bien calibrées pour qu'on puisse considérer leurs sections droites comme étant partout, non seulement circulaires, mais encore de même surface; malheureusement, cette double condition est loin d'être généralement satisfaite. Le plus souvent, lorsqu'on mesure l'épaisseur de la tige suivant deux directions rectangulaires dans une même section, on obtient des valeurs dont les différences ne sont pas négligeables; en outre, si l'on effectue ces mêmes mesures dans plusieurs sections de la même tige, on arrive à des résultats qui démontrent l'inégalité de surface d'une section à une autre plus ou moins éloignée; or, on le comprend, ce double défaut peut entraîner des erreurs que, du moins à ma connaissance, on n'a pas encore signalées et, qu'en pratique, on n'a pas suffisamment cherché à éviter; car la graduation des densimètres se faisant ordinairement au moyen d'un densimètre-

type, le défaut plus ou moins prononcé de calibrage doit amener des erreurs qu'on a tort de négliger.

12. Reprenons l'exemple du densimètre du n° 9 ci-dessus; j'ai déjà dit qu'au point d'affleurement de la tige dans de l'eau distillée à + 4°C, les diamètres, dans deux directions rectangulaires, avaient pour valeurs $4^{mm},93$ et $4^{mm},65$, dont la moyenne est $4^{mm},79$; on voit donc que, dans cette partie de la tige, la section droite n'était pas circulaire.

J'ai fait ensuite les mêmes opérations pour une section voisine du point où la tige était soudée au réservoir inférieur; j'ai trouvé, pour valeurs de deux diamètres à angle droit, $4^{mm},67$ et $4^{mm},50$, moyenne $4^{mm},585$. Il suit de là, que non seulement cette deuxième section s'écartait aussi de la forme circulaire, mais encore qu'elle avait une surface très sensiblement inférieure à celle de la première section : deux colonnes d'eau de même poids et ayant respectivement pour bases les deux sections dont il s'agit, auraient des hauteurs h, h', dont le rapport serait $\frac{4.67 \times 4.50}{4.93 \times 4.65}$ ou bien $\frac{91.66}{100}$; je conclus de là qu'un densimètre ne peut fournir des résultats satisfaisants que si l'on tient compte, non seulement des effets de la capillarité, mais encore des valeurs exactes des dimensions de la tige dans les sections d'affleurement.

III. — *Sur un moyen très simple de donner aux observations densimétriques le maximum de précision.*

13. Reprenons la relation qui exprime la condition d'équilibre d'un densimètre dans l'eau distillée à + 4°C, savoir :

$$P + 2\pi r F = V.$$

On aurait de même, pour l'équilibre du même appareil dans un liquide de densité δ et de tension F' :

$$P + 2\pi r'F' = V'\delta,$$

où P représente encore le poids du densimètre, $2r'$ le diamètre moyen de la section d'affleurement, et V' le volume du liquide déplacé, volume qu'il est facile de connaître si la tige a été préalablement divisée en parties d'égale capacité.

En combinant les deux relations précédentes, on obtient :

$$\delta = \frac{P + 2\pi r'F'}{P + 2\pi rF} \cdot \frac{V}{V'}.$$

Cette relation montre immédiatement que : 1° si l'on fait abstraction du poids du relèvement capillaire, comme le font sans doute la plupart des constructeurs de densimètres destinés à l'industrie, on a pour densité :

$$\delta = \frac{V}{V'} = \frac{\text{volume déplacé dans l'eau distillée à} + 4^{\circ}\,\text{C}}{\text{volume déplacé dans le liquide employé}}.$$

L'erreur commise ainsi est d'autant plus grande que le poids P de l'appareil est moindre, que r l'emporte davantage sur r', et la tension F de l'eau distillée sur la tension F' du liquide;

2° Si le diamètre moyen $2r'$ est plus petit que $2r$, en même temps que $F > F'$, l'influence exercée par la capillarité est plus forte que si $2r$ est au contraire moindre que $2r'$; cette influence s'annulerait même pour $r' = \frac{Fr}{F'}$;

3° La densité δ se trouvant liée à la densité apparente $\frac{V}{V'}$

par un facteur qui dépend du poids du densimètre et de l'épaisseur de la tige, l'erreur commise avec un appareil ayant un poids P, et muni d'une tige d'épaisseur $2r$, sera différente en général de celle qu'on commet avec un densimètre ayant un poids P' et une tige d'épaisseur $2r'$. Voilà pourquoi les différents densimètres employés dans l'industrie ne sont généralement pas comparables entre eux.

14. Il est aisé de déduire de ce qui précède à quelles conditions un densimètre donné peut fournir, dans un cas particulier, la densité approchée d'un liquide :

1° L'instrument doit être divisé en parties d'égale capacité, afin qu'on puisse connaître immédiatement le quotient $\frac{V}{V'}$, c'est-à-dire la densité apparente;

2° On doit déterminer le poids P de l'appareil et mesurer les diamètres moyens $2r$, $2r'$ des sections d'affleurement, respectivement dans l'eau distillée à + 4°C et dans le liquide proposé;

3° Enfin, il faut connaître, entre la tension 7,6 milligrammes de l'eau distillée à + 4°C, la force contractile F' du liquide dont on recherche la densité. Cette dernière s'obtient alors en multipliant la densité apparente $\frac{V}{V'}$ par le quotient

$$\frac{P + 2\pi r'F'}{P + 2\pi rF}.$$

15. Toutes ces opérations seraient bien pénibles à effectuer pour les industriels qui ont fréquemment besoin d'employer des densimètres : heureusement, pour certaines industries, on peut rendre les calculs ci-dessus absolument inutiles, tout en assurant aux indications des appareils une précision suffisante.

Supposons, par exemple, que les densimètres doivent servir à la détermination du poids spécifique du moût de bière. Comme la densité réelle s'écarte de la densité apparente, principalement parce que la tension F′ du liquide peut différer notablement de la tension F de l'eau distillée, l'écart serait à peine sensible du moment où les deux tensions F et F′ deviendraient égales.

Or le moût de bière ayant environ 1,04 pour densité a sensiblement la même tension que le moût de densité 1,08, savoir 4,5 milligrammes ; d'autre part, j'ai démontré, en 1869, que l'eau distillée qu'on a agitée avec quelques morceaux de camphre a également pour tension 4,5 milligrammes environ; d'après ce double résultat, il suffit de marquer 1.00 au point d'affleurement du densimètre dans l'eau distillée à la surface de laquelle ou a déposé quelques gouttelettes d'eau camphrée, ce qui modifie la tension de l'eau pure et la ramène à la valeur 4,5 sans altérer la densité de la masse totale. Dès lors, les deux termes de la fraction ci-dessus deviennent d'autant moins différents entre eux que la tige est mieux calibrée. La différence entre la densité apparente $\delta' = \frac{V}{V'}$ et la densité vraie δ peut alors s'écrire, puisque la tension F coïncide avec F′ :

$$\delta' - \delta = \frac{V}{V'} \left\{ 1 - \frac{P + 2\pi r' F'}{P + 2\pi r F'} \right\} = \delta' . \frac{2\pi (r - r') F'}{P + 2\pi r F'}.$$

16. Appliquons cette formule au densimètre dont j'ai parlé au n° 9; il pesait environ $39^{gr},35$ ou 39350 milligrammes; on avait $2r = 4.79$ et $2r' = 4.585$; $F' = 4.5$; conséquemment

$$\frac{2\pi(r - r')F'}{P + 2\pi r F'} = \frac{3.14 \times (4.79 - 4.585).4.5}{39350 + 3.14 \times 4.79 \times 4.5} = \frac{2,85}{39424.48} = \frac{1}{13485}.$$

On voit par là que l'erreur $\delta' - \delta$ ne vaut que la 13483[me] partie de la densité δ' marquée ordinairement sur l'appareil.

Au contraire, quand on laisse à l'eau distillée sa tension totale 7,6 milligrammes, l'erreur $\delta' - \delta$ devient :

$$\frac{3.14 \{ 4.79 \times 7.6 - 4.585 \times 4.5 \}}{39350 + 3.14 \times 4.79 \times 7.6} \delta',$$

c'est-à-dire :

$$\frac{49.515}{39464.3} \delta' = \frac{1}{797} \delta'.$$

L'erreur est donc alors environ vingt fois plus grande que dans le cas où l'eau distillée dont on se sert pour obtenir le point 1.00, est ramenée à la même tension que le moût de bière dont il s'agit d'évaluer la densité.

On voit aussi qu'il est fort utile de choisir des densimètres dont le poids soit suffisamment grand pour que l'influence du défaut de calibrage cesse d'être sensible.

17. Un procédé analogue serait applicable aux densimètres destinés à apprécier la densité d'un liquide quelconque ayant une tension superficielle déterminée; dans chaque cas particulier, il faudrait ramener la tension de l'eau distillée ayant la température de + 4°C, à la même valeur que la force contractile du liquide spécial proposé.

Au contraire, la méthode ci-dessus cesse d'être applicable aux liquides dont la tension varie notablement avec le degré de concentration, par exemple les solutions alcooliques. Il faut alors effectuer les mesures et les calculs indiqués plus haut.

—

Sur la réaction chimique des corps à l'état solide; par W. Spring, membre de l'Académie.

Je me suis assuré, il y a déjà quelques années (1), par un nombre d'expériences assez grand, que les corps solides jouissent de la faculté de se combiner quand ils se trouvent au contact intime sous l'influence d'une pression suffisante.

Cependant toutes les combinaisons chimiques ne se font pas également bien dans ces conditions. Les corps qui fournissent une combinaison dont le volume est plus petit que la somme des volumes des composants, réagissent avec une facilité plus grande. Par exemple, en comprimant du cuivre et du soufre, il se produit aisément du sulfure cuivreux (Cu^2S); dans ce cas, la condensation de la matière est telle que 138 volumes formés de $Cu^2 + S$ deviennent 100 volumes de Cu^2S.

En poursuivant ces recherches j'ai été conduit à observer un fait curieux, qui tend à prouver que la matière solide jouit véritablement de la propriété de diffuser, comme les gaz et les liquides, mais avec une vitesse incomparablement moindre. Si l'on comprime, en effet, du sulfate de baryum et du carbonate de sodium, ou inversement, du carbonate de baryum et du sulfate de sodium (2), la réaction commencée sous pression se con-

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* (2), t. XLIX, 1880.

(2) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* t. XLIV, p. 166, et t. XLVI, p. 299.

tinue lentement en dehors du compresseur et plus rapidement à chaud qu'à froid.

La pression n'intervient apparemment, dans ce phénomène, que pour réaliser le contact intime. Après, il se produit comme une *interpénétration* de la matière dont la vitesse paraît dépendre au plus haut degré de la température.

Dans un autre travail (1) j'ai montré, par l'étude des phénomènes thermiques des alliages de plomb et d'étain, que ces corps se décomposent lentement, au-dessous de leur point de fusion, de manière à devenir de simples mélanges mécaniques de leurs constituants, et inversement, qu'ils se forment, *à l'état solide*, à partir d'une température de 150° environ aux dépens du mélange de leurs éléments. Le fait se vérifie parce que, pendant leur refroidissement, ces alliages abandonnent, depuis leur point de fusion jusque 150° environ, une quantité de chaleur plus grande que ne le prévoit le calcul basé sur la chaleur spécifique du plomb et de l'étain. Il se produit donc dans la masse *solide* de ces métaux au contact, un véritable travail moléculaire; il y a comme une diffusion réciproque des métaux l'un dans l'autre.

Je me suis proposé de vérifier, par des expériences nouvelles, les conclusions que je viens de rappeler, à cause de leur importance pour la théorie de la matière. Je signalerai aujourd'hui quelques faits nouveaux, et je demanderai la permission de prendre date ensuite pour d'autres expériences dont l'exécution nécessitera un temps assez long, peut-être quelques années.

---

(1) *Sur la chaleur des alliages de plomb et d'étain,* Bulletins de l'Académie royale de Belgique (3), t. XI, 1886.

1° J'ai mélangé de la limaille de cuivre avec du chlorure mercurique en poudre absolument desséché par la sublimation, et j'ai abandonné ce mélange dans un tube fermé en ayant soin de l'agiter de temps en temps, pour renouveler et multiplier les surfaces de contact.

La réaction des deux corps n'a pas tardé à se manifester ; mais elle a progressé avec une très grande lenteur. Aujourd'hui, c'est-à-dire, après un intervalle de quatre années, la réaction paraît terminée ; elle a abouti à la formation de chlorure cuivreux et de chlorure mercureux. La moitié du chlore contenu dans le chlorure mercurique a donc diffusé lentement dans le cuivre. On remarquera que cette réaction diffère, quant aux produits, de celle du cuivre sur une *solution* de chlorure mercurique qui donne, au moins au début, du chlorure cuivrique et du mercure à l'état libre.

2° J'ai mélangé de l'azotate de potassium en poudre, desséché au préalable par fusion, avec de l'acétate de sodium en poudre, privé également autant que possible de son eau de cristallisation par une fusion ignée. Le mélange a été abandonné sous un exsiccateur.

Comme les deux sels employés (KNO^3 et CH^3CO^2Na) ne sont absolument pas déliquescents tandis que le produit de leur double décomposition l'est à un haut degré, il est très commode de s'assurer, au moins qualitativement, si la réaction a eu lieu, ou non. Il suffit de porter le mélange à l'air, s'il devient humide d'une façon évidente, c'est qu'il y a réaction.

En fait, c'est bien là ce que j'ai pu constater. Après quatre mois de séjour seulement sous un exsiccateur, la combinaison est déjà assez avancée pour donner une masse dont la déliquescence ne laisse aucun doute.

J'ai tenu à m'assurer alors de l'influence de la température sur la vitesse de la réaction. A cet effet j'ai chauffé le mélange fraîchement préparé, au bain-marie, dans un tube en verre fermé, c'est-à-dire complètement à l'abri de l'air humide. Mon étonnement a été grand, je dois l'avouer, en trouvant toute la poudre fondue en une masse blanche, au bout de trois heures de chauffage environ. Si l'on se rappelle que l'acétate de sodium ne fond qu'à 319° et l'azotate de potassium à une température plus élevée encore, on ne pourra douter de la combinaison des deux corps. Il reste seulement à savoir s'il s'est produit véritablement une double décomposition dans le sens indiqué plus haut, ou bien une addition moléculaire, à point de fusion situé assez bas, combinaison de la nature des alliages. Ce qui me porte à admettre comme plus probable la première hypothèse, c'est que cette masse fondue et refroidie a manifesté, à l'air libre, une déliquescence qui ne le cédait guère à celle de l'acétate de potassium.

Ces expériences préliminaires manquent, à la vérité, de précision ; cependant il me paraît qu'elles démontrent déjà assez la réaction des corps solides entre eux, dans des conditions ordinaires, pour engager à poursuivre des recherches dans ce sens.

Je me propose de maintenir dans un état d'agitation continu des mélanges variés de corps en poudre, parfaitement secs, et de m'assurer des progrès de la réaction chimique après des intervalles de temps de plus en plus longs. Comme il n'est pas possible de prévoir la durée d'un travail de cette espèce, je demande la permission de prendre date au moyen des lignes précédentes.

—

Pourquoi les rails en service se rouillent moins vite que les rails au repos; par W. Spring, membre de l'Académie.

De longue date déjà l'on a observé que les rails en service se couvrent moins facilement de rouille, toutes autres conditions restant égales d'ailleurs, que les rails ne servant pas à la circulation des trains; peu importe qu'il s'agisse alors de rails *en magasin* ou de rails *en position.*

Une explication satisfaisante de ce fait curieux — et avantageux — n'a pas encore été donnée, à notre connaissance du moins. On a fait valoir le mouvement de trépidation imprimé au métal par le passage des trains comme facteur de protection contre la rouille, mais sans préciser son mode d'action et même sans s'être assuré, au préalable, si des vibrations élastiques ou moléculaires étaient de nature à contrarier l'action chimique d'un air humide et faiblement acide. Parfois on a cru pouvoir invoquer une action électrique qui devrait son origine au mouvement des véhicules. Ici, comme tantôt, l'explication est vicieuse parce qu'elle s'appuie sur une hypothèse qui n'est rien moins que démontrée, et à laquelle on n'eût sans doute pas songé sans la nécessité de trouver une raison au phénomène de la conservation des rails. Enfin, soit dit encore à titre de renseignement, certains ingénieurs regardent les rails en service comme *graissés*, en quelque sorte, par l'huile et le cambouis qui se détachent des roues des voitures.

Il est inutile d'insister, pensons-nous, sur ces explications; le vague qui les caractérise suffit pour leur enlever toute valeur sérieuse.

Nous nous permettrons, dans cette note, d'appeler l'attention sur une circonstance bien simple, qui, pour avoir passé inaperçue, n'en est pas moins de nature à résoudre la question d'une manière satisfaisante, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physique.

Lorsque la surface supérieure du rail, plus ou moins *décapée* à la suite du frottement de roulement des roues, est mouillée par la pluie, ou seulement exposée à l'air humide, elle se rouille comme le fait le fer dans les conditions ordinaires. Cette rouillure progresserait indéfiniment, si un train ne passait bientôt sur le rail. Alors, sous l'action simultanée de la pression et du frottement des roues, la rouille, fraîchement formée, *se combine* avec le fer qu'elle couvre *pour donner de l'oxyde magnétique*, et celui-ci, par suite de la polarité électrique qu'il donne au fer, rend le métal *passif*, comme on le sait, et protège le rail contre l'action corrosive ultérieure.

Tel serait, en résumé, le procédé; mais, pour être compris, ce procédé demande sans doute un développement et, pour être admis, il réclame, en outre, une démonstration. Nous allons nous acquitter de ce double soin.

On le sait, la corrosion, ou la dissolution, des métaux, tels que le zinc, le fer, etc , dans les acides faibles ou même dans les acide forts suffisamment étendus d'eau, n'est pas un acte provoqué immédiatement par l'affinité du métal pour les éléments de l'acide, mais bien le résultat d'une action électrolytique du liquide acide. L'électricité dynamique nécessaire à cette électrolyse est produite au contact du métal et des parties hétérogènes qu'il renferme toujours, quand il a été préparé par les procédés métallurgiques ordinaires. Par exemple, le zinc chimiquement pur est absolument sans action sur l'acide sulfurique étendu, tandis que le zinc contenant du plomb (zinc du

commerce) se dissout avec grande facilité. C'est que le zinc prend, au contact du plomb, une polarité positive de manière qu'il s'établit un courant allant, dans le liquide acide, du zinc au plomb. Ce courant fait l'électrolyse de l'acide : l'hydrogène se dégage *sur le plomb* et l'oxygène se combine au zinc pour former l'oxyde basique ZnO qui sature l'acide (1).

De même, le fer ne se dissout dans un acide étendu que s'il peut prendre une polarité *positive* suffisante. On sait qu'au contact du zinc le fer est négatif et se trouve protégé alors contre l'action des acides; c'est pour ce motif que le fer dit *galvanisé* (couvert de zinc) se conserve assez bien dans l'humidité.

Mais la présence d'un *métal* étranger n'est pas indispensable pour polariser électriquement le fer. La rouille rend le fer *positif;* aussi une tache de rouille est-elle funeste par la prédisposition spéciale qu'elle donne au fer à se rouiller davantage. Au contraire, l'oxyde ferroso-ferrique communique au fer une polarité négative et le protège contre l'action des acides faibles. Le fait est bien connu et appliqué tous les jours lorsque l'on oxyde au feu les instruments, les armes, etc., qu'on veut défendre contre la rouille.

D'ailleurs, la solubilité plus ou moins facile des métaux dans les acides étendus selon leur polarité, peut se démontrer par une expérience décisive. En effet, ayant fixé à chaque pôle d'une pile Leclanché de trois éléments

---

(1) Au contraire, le zinc, au contact d'un métal *plus positif,* le magnésium, par exemple, se trouve protégé contre l'action dissolvante de l'acide.

Mo. Bot. Garden,
1896.

un fil de cuivre *nu*, c'est-à-dire non entouré de soie ou de coton, mais isolé sur des supports, j'ai abandonné le système dans le laboratoire où l'atmosphère est toujours plus ou moins humide et acide, de manière que les fils ne fussent pas au contact. De cette façon, je réalisais, sans courant, une polarité différente, perpétuelle dans les deux fils. Eh bien, au bout d'environ deux années, le fil positif se trouvait rongé en certaines places au point de ne plus présenter de solidité, tandis que l'autre fil s'était conservé incomparablement mieux. Un électricien de Liège, placeur de sonneries électriques, m'a d'ailleurs communiqué, à la suite de cette expérience, qu'il avait toujours observé une durée moins longue pour les fils positifs que pour les fils négatifs.

En résumé, la dissolution d'un métal dans un acide n'est pas une conséquence immédiate de sa nature chimique, mais plutôt le résultat d'une polarité déterminée qui lui est communiquée par le contact de certaines matières étrangères. Le cuivre, par exemple, absolument insoluble dans l'acide sulfurique étendu dans les conditions ordinaires, fournit facilement du sulfate de cuivre s'il devient *l'anode* d'un circuit galvanique.

Il nous reste encore à prouver qu'il se forme véritablement de l'oxyde de fer magnétique par la compression de la rouille avec le fer.

A cet effet, nous avons soumis, dans une première expérience, à une pression de 1000 à 1200 atmosphères (1) de l'hydrate ferrique bien sec dans lequel se

---

(1) Cette pression ne dépasse pas de beaucoup celle qu'exercerait, sur les rails, chacune des six roues d'une locomotive pesant 50,000 kilogrammes.

trouvaient intercalées des lames de fer bien décapées à l'aide *d'une lime fine.* Il est clair que si l'hydrate ferrique réagit avec le fer dans ces conditions, les lames doivent se trouver entamées; en outre, la couleur brun-clair de l'hydrate doit se changer dans la couleur noire de l'oxyde magnétique.

Le résultat a d'abord été nul, ou peu s'en faut : l'oxyde de fer s'était aggloméré, mais il n'adhérait presque pas au fer dont la surface n'était pas sensiblement altérée.

Nous avons employé ensuite de l'hydrate ferrique rendu humide par l'addition de trois gouttes d'eau à un centimètre cube de poudre sèche. Cette fois le résultat a été évident. L'hydrate de fer adhérait fortement au métal; il était devenu noir sur une épaisseur de près d'un demi-millimètre et les lames de fer étaient corrodées d'une manière visible.

En laissant agir la pression pendant un temps plus long, l'effet a été plus marqué encore.

L'analyse quantitative de la matière détachée des lames de fer a démontré, à son tour, la présence de l'oxyde magnétique.

Soit dit en passant, cette expérience doit être regardée comme venant à l'appui des recherches que nous avons entreprises, depuis quelques années déjà, sur la combinaison et sur la diffusion des corps à l'état solide (1).

---

(1) On trouvera l'explication du rôle de l'eau dans ce phénomène dans une note que nous avons lue à la Société géologique (séance du 17 juin 1888), intitulée : *Sur les phénomènes qui accompagnent la compression de la poussière humide des corps solides.*

On reconnaîtra que les conditions de cette seconde expérience réalisent bien ce qui doit se passer sur les voies ferrées. La rouille formée sur un rail après la pluie, ou dans l'air humide, a rarement le temps de se dessécher avant le passage du train qui déterminera sa tranformation en oxyde magnétique. Il est donc permis de conclure de l'expérience de laboratoire au phénomène produit en grand.

D'ailleurs, nous avons tenu à nous assurer directement si les rails en service sont chargés d'oxyde magnétique. Pour cela, nous avons détaché, à l'aide d'une petite brosse de cuivre, *les pellicules* qui couvrent le rail à l'endroit du bourrelet où s'appuient les roues des voitures et nous les avons analysées. Nous les avons trouvées formées *d'oxyde* magnétique mélangé de quantités variables d'oxyde ferrique et d'une faible quantité de fer à l'état libre. Du moins nous avons conclu à la présence de ce dernier parce qu'il se produit, pendant quelques instants, un faible dégagement d'hydrogène au contact de l'acide chlorhydrique.

L'ensemble des faits précédents nous permet de conclure, pensons-nous, que la conservation des rails en service n'est pas le résultat du mouvement vibratoire ou d'une action électrique due directement à la circulation des trains, mais bien qu'elle peut avoir pour cause la formation de l'oxyde magnétique engendré par la compression de la rouille sur le métal. En un mot, les rails sont protégés contre la corrosion de l'air humide de la même façon que le fer oxydé au feu.

Notice sur l'éclat métallique; par W. Spring, membre de l'Académie.

Les métaux jouissent d'un éclat particulier, indéfinissable, mais d'une nature si caractéristique, pour le plus grand nombre de personnes, que l'on en a fait *le prédicat* nécessaire du concept *métal.* Ce n'est pas à dire, cependant, que tout ce qui brille d'un éclat métallique soit un métal, encore moins qu'un corps de ce genre ne puisse prendre une forme ou se présenter sous un état où l'on ne retrouve rien de la définition ordinaire. En réalité, l'on est devant une proposition trop large et dont la réciproque n'est pas toujours vraie. D'ailleurs, l'idée de métal n'a rien d'absolu en elle-même.

Mais puisque l'éclat métallique, malgré son évidence, n'est pas une propriété fondamentale de la matière, on peut se demander à quelles circonstances physiques on doit le rattacher.

Dove (1) a fait le premier une tentative de ce genre, si je ne me trompe. Il avait regardé, dans un stéréoscope, les deux images d'une pyramide, après avoir coloré l'une en bleu et l'autre en jaune, croyant obtenir de la sorte une image en relief de couleur verte. A son grand étonnement le mélange des couleurs donna une surface *miroitante* comme un métal poli. Ayant répété l'expérience en superposant, toujours à l'aide du stéréoscope, une image noire et une image blanche, il vit apparaître l'éclat gris métallique du plomb ou de l'étain. Dove conclut de ces expériences que l'éclat métallique, ou plutôt *le brillant*, est toujours dû

---

(1) *Poggendorff's Annalen*, LXXXIII; 169.

à la réflexion de la lumière sur deux surfaces placées l'une derrière l'autre. Car l'accommodation de l'œil étant différente pour chaque couleur, il ne peut se produire, dans le stéréoscope, une superposition complète de deux images différemment colorées : l'une des images sera toujours en retraite sur l'autre. Dans le cas d'un métal il se produirait aussi deux réflexions de la lumière : l'une sur la surface véritable et l'autre en dessous de cette surface.

Cette explication attribue une transparence sensible aux métaux; je dirai même une transparence assez grande, puisque les réflexions de la lumière devraient avoir lieu sur des surfaces dont l'éloignement moyen serait de l'ordre des différences d'accommodation de l'œil pour des couleurs déterminées. C'est là une difficulté, me paraît-il.

En outre, l'explication de Dove ne s'applique pas bien au brillant des substances véritablement transparentes. Elle a cependant été généralement admise, et même Brewster (1) la développe encore, en disant que l'éclat métallique est un phénomène subjectif produit par l'effort fait par notre œil pour s'accommoder à des couleurs différentes. On ne trouve, par la suite, qu'une seule interprétation différente de la précédente; elle est due à Brücke (2). Pour lui, la couleur de la lumière réfléchie sur la surface d'un corps non doué d'éclat métallique serait indépendante de la *couleur locale*, c'est-à-dire de la couleur propre au corps réfléchissant, tandis que pour les métaux, la couleur de la lumière réfléchie est celle que nous attribuons aux métaux, la lumière incidente étant blanche. Brücke mentionne encore, comme condition de l'éclat métallique, l'intensité de la réflexion de la lumière, intensité subor-

(1) *Fortschritte der Physik*, t. VIII, 1852, p. 331.

(2) *Id.*, t. XVII, 1861, p. 313.

donnée à l'opacité des métaux; il rappelle d'ailleurs que la réflexion totale de la lumière produit une imitation complète de l'éclat métallique.

La théorie de Brücke est presque l'opposé de celle de Dove : elle attribue à l'opacité ce que l'autre cherche dans une certaine transparence des métaux.

J'ai fait une observation qui est peut-être de nature à contribuer à la solution de la question; elle enlève à l'*éclat métallique* ce qu'il peut encore avoir de spécifique et, de cette manière, elle accorde les théories de Dove et de Brücke.

Dans les recherches que j'ai entreprises, depuis près de dix années, pour savoir si les propriétés caractérisant la matière à l'état liquide ou gazeux se retrouvent, plus ou moins atténuées, dans l'état solide, j'ai eu l'occasion de comprimer, sous des pressions très fortes, un nombre considérable de corps.

La compresssion se faisait chaque fois (1), comme on le sait probablement, dans un cylindre en acier dont les parois intérieures étaient polies. Les poudres, soumises à la compression, étaient toujours extrêmement fines; toutes les fois que la chose était possible, je les préparais par précipitation chimique. C'était notamment le cas pour les sulfures, les oxydes, les carbonates, et en général les sels et les corps insolubles dans l'eau.

Un certain nombre de corps ont donné des cylindres à *éclat métallique* plus ou moins complet, alors même que la poudre employée n'était pas celle d'un métal; les autres, au contraire, ont produit des cylindres dont la surface avait un *éclat vitreux*, plus ou moins parfait selon le degré d'agglutination provoqué par la pression. Par

(1) Voir *Bulletins de l'Académie de Belgique*, [2], t. XLIX, 1880.

exemple, le sulfure de bismuth, le sulfure de cuivre, le peroxyde de manganèse, etc., prenaient l'éclat métallique, tandis que le sulfure de zinc, l'oxyde de mercure, le carbonate de cuivre, etc., paraissaient comme vernis à la surface.

En examinant au microscope la poudre fine des corps de l'une et de l'autre catégorie, sous un éclairage ascendant, il a été facile de reconnaître à quelle circonstance physique on devait rapporter ces phénomènes. Sans aucune exception, les corps prenant l'éclat métallique ont une poudre opaque ou du moins paraissant telle dans les conditions où ils ont été examinés, et les autres sont plus ou moins transparents quand ils sont en poudre fine.

Il résulte de là que l'éclat métallique se produit chaque fois qu'une surface *lisse* est formée au moyen d'un corps suffisamment opaque. Plus l'opacité de la matière est complète et plus l'uni de la surface est parfait, plus aussi l'éclat métallique est prononcé. Mais, de même qu'il n'existe probablement pas de corps absolument transparent, il n'y a pas non plus de corps absolument opaque; tout dépend de l'épaisseur plus ou moins grande sous laquelle on considère la matière. Entre l'éclat vitreux et l'éclat métallique parfait, il y a donc tous les degrés que l'on peut observer entre la transparence et l'opacité.

D'après cela, l'*éclat métallique* ne dépend en aucune façon de la nature chimique spécifique de la matière, mais bien de son état physique. Un métal qui admettrait un état allotropique, sous lequel il serait suffisamment transparent, se présenterait avec un éclat vitreux.

On voit comment cette remarque peut concilier les théories de Dove et de Brücke. *Le brillant* métallique se produirait à la vérité parce que la lumière jouerait entre deux surfaces réfléchissantes (théorie de Dove), mais à la condition que ces deux surfaces soient près de se confondre,

de manière à donner une réflexion aussi complète que possible (théorie de Brücke).

En résumé, on peut dresser le tableau synoptique suivant, qui embrasse les résultats acquis jusqu'aujourd'hui sur la question de l'éclat des corps.

Les corps sont :	transparents	discontinus.	(poudres) éclat terne, couleur blanche ou autre.
		continus.	éclat vitreux (couleurs variées).
	opaques	discontinus	poudre ; ternes.
			en masse (non lisse) ; ternes.
		continus.	éclat métallique.

Détermination des variations que le coefficient de frottement des solides éprouve avec la température; par P. De Heen, correspondant de l'Académie.

Les déterminations expérimentales de la grandeur du frottement qui se produit à la surface de contact de deux solides, semblent avoir été entreprises jusqu'ici dans un but inclusivement pratique. Nous allons voir que ces déterminations ne manquent cependant pas d'intérêt si l'on se place au point de vue de la philosophie naturelle.

Nous avons recherché si le frottement qui se produit à la surface des solides offre quelque analogie avec le frottement intérieur des liquides. On sait que cette dernière grandeur diminue lorsque la température s'élève ou, en d'autres termes, lorsque les molécules s'écartent les unes des autres; cet écartement ayant pour effet de diminuer le nombre de chocs des molécules périphériques. Il était dès lors intéressant d'examiner si le frottement des solides diminue également lorsque la température s'élève.

Échelle au $^1/_{10}$ de la grandeur d'exécution.

Voici la méthode que nous avons adoptée afin d'effectuer ces déterminations : l'appareil se compose d'un bain en cuivre A disposé horizontalement et traversé par un tube *a* parfaitement poli et ouvert à ses deux extrémités. Un cylindre *c* glisse en frottant sur la surface intérieure du tube. Le mouvement de ce cylindre est déterminé à l'aide d'un poids P, lequel est suspendu par un fil très délié. Celui-ci s'engage dans la gorge d'une poulie *m* de manière à obtenir une traction horizontale.

Afin d'éviter tout frottement de la part de la poulie *m*, les choses étaient disposées de la même manière que dans la machine d'Atwood, c'est-à-dire que l'axe de la poulie *m* reposait lui-même sur quatre poulies *n*.

On pouvait introduire dans le tube *a* des tubes de diverses substances munis de cylindres semblables au cylindre *c*.

Afin d'opérer, on introduit de l'huile dans le bain A que l'on porte à la température à laquelle on désire observer. Cette température étant donnée par le thermomètre *t* et maintenue homogène à l'aide d'un agitateur. On amène ensuite le curseur à l'extrémité *l* à l'aide du fil *f*. A un moment donné le cylindre *c* est abandonné et l'on mesure le temps employé à parcourir la longueur du tube. On est averti du moment de l'arrivée à l'extrémité du tube par le choc qui se produit contre la plaque *p*.

Il est facile de déduire de ces observations le frottement ou la force qui s'oppose au mouvement du cylindre.

Si l'on représente par v l'accélération du cylindre *c* se mouvant sans frottement sous l'action du poids accélérateur P, et par v' cette même accélération observée alors que le frottement que nous représenterons par f s'oppose à la production du mouvemont, on a

$$\frac{P}{P-f}=\frac{v}{v'}.$$

D'autre part, si l'on représente par M et par M′ les masses du cylindre *a* dont le poids est P′ et du poids P, il vient

$$v=g\frac{M}{M+M'}.$$

Si t représente le temps employé à parcourir la longueur du cylindre on a encore

$$v'=\frac{l}{t^2}.$$

Remplaçant v et v' par leurs valeurs il vient finalement

$$\frac{P}{P-f} = \frac{g\frac{M}{M+M'}}{\frac{l}{t^2}} = \frac{g\frac{P}{P+P'}}{\frac{l}{t^2}}$$

d'où

$$f = P - \frac{l(P+P')}{gt^2}.$$

Voici les résultats que nous avons obtenus :

Frottement de laiton sur laiton.

Valeur du poids P′ *du cylindre frottant :* 105gr,95.

$l = 0{,}85$ m.

Températures.	Valeur de P.	Valeur de t.	Valeur de $\frac{f_t}{f_0}$.
0°	47gr,71	2″,20	1,000
20	»	2,03	0,987
50	»	1,78	0,966
100	»	1,38	0,904
150	»	0,98	0,752
200	»	1,2	0,632
250	82,41 (1)	1,34	1,606
275	»	1,60	1,689
300	»	1,90	1,733

(1) A cette température le poids primitif était insuffisant pour déterminer le mouvement du cylindre.

Frottement de verre sur verre.

Valeur du poids P' *du cylindre frottant :* 142^{gr},15.

Températures.	Valeur de P.	Valeur de t.	Valeur de $\frac{f_t}{f_0}$.
0°	34^{gr},70	1'',24	1,000
20	»	1,20	0,971
50	»	1,14	0,926
100	»	1,04	0,828
150	»	0,95	0,637
200	»	0,82	0,480
250	»	1,1	0,890
300	»	1,3	1,035

Frottement de fer sur laiton.

Valeur du poids P' *du cylindre frottant :* 93^{gr},40.

Températures.	Valeur de P.	Valeur de t.	Valeur de $\frac{f_t}{f_0}$.
0°	34^{gr},70	2'',4	1,000
20	»	2,3	0,995
50	»	2,1	0,982
100	»	1,84	0,958
150	»	1,56	0,919
200	»	1,31	0,862
250	59,17	1,54	1,635
300	59,17	2,08	1,678

D'après ces résultats, le frottement diminue lorsque la

température s'élève. La distance qui sépare les surfaces en contact s'accroît donc avec la température, et l'on assiste à une véritable dilatation qui se produit entre des molécules appartenant à deux corps faisant partie de masses différentes. Cependant, à partir d'une certaine température, l'effet de cette *dilatation de contact,* qui tend à diminuer le frottement, est contrebalancé par un phénomène d'un ordre différent, la substance solide tend à se désagréger; c'est le phénomène que l'on désigne vulgairement sous le nom de *grippement.* Dès ce moment le frottement croît rapidement avec la température.

Recherches sur l'action du pneumogastrique et du grand sympathique sur la sécrétion urinaire; par J.-B. Masius, correspondant de l'Académie.

Dans une note communiquée à la Classe des sciences, j'ai démontré dans les nerfs vagues du chien la présence de fibres vaso-constrictives dont l'excitation intense au cou diminue et arrête la sécrétion urinaire. Mais, chez le chien, le nerf pneumogastrique et le nerf grand sympathique sont réunis en un seul tronc dans la région cervicale. Il fallait donc se demander si la vaso-constriction n'était pas provoquée plutôt par l'excitation des fibres du grand sympathique cervical que par l'excitation des fibres du pneumogastrique.

J'ai étendu mes expériences au lapin : chez cet animal le nerf vague et le nerf grand sympathique sont isolés au cou. Dans une première série d'expériences, j'étudie l'action sur la sécrétion urinaire en excitant successivement le bout inférieur du grand sympathique et le bout périphérique du pneumogastrique.

J'établis, dans une seconde série de recherches, l'effet exercé sur la diurèse par l'excitation du bout supérieur du grand sympathique, et je détermine la voie par laquelle cette action est produite.

I.

1° Lapin femelle de 2,800 grammes. — Légère anesthésie par le chloroforme. — Nerf pneumogastrique et nerf sympathique droits isolés au cou dans toute leur étendue et sectionnés à mi-hauteur de la région cervicale. — Canules dans les deux uretères.

La diurèse s'établit bien et marche régulièrement.

En trois minutes :

L'uretère droit donne	16 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	13 —

Faradisation du bout inférieur du sympathique droit par un courant fort (distance des bobines du chariot de du Bois-Reymond : 5) pendant trois minutes :

L'uretère droit donne	18 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	14 —

Après la faradisation, pendant une période de trois minutes :

L'uretère droit donne	17 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	14 —

J'excite le bout périphérique du nerf pneumogastrique droit pendant trois minutes (distance des bobines : 5) :

L'uretère droit donne	13 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	12 —

Je suspends la faradisation, la sécrétion urinaire ne tarde pas à devenir plus active : on obtient, en trois minutes :

Par l'uretère droit	21 gouttes.
Par l'uretère gauche	20 —

Nouvelle faradisation du bout périphérique du nerf pneumogastrique pendant une période de trois minutes (distance des bobines : 4) :

L'uretère droit donne	9 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	11 —

Après la faradisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne	29 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	23 —

J'excite alors le bout inférieur du nerf grand sympathique droit pendant trois minutes (distance des bobines : 4); en ce temps :

L'uretère droit donne	27 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	21 —

2e Lapin mâle de 3 kilogrammes. — Légère chloroformisation. — Mise à nu au cou et section des nerfs pneumogastrique et grand sympathique droits. — Canules dans les uretères.

La sécrétion urinaire ne se faisant pas convenablement, j'injecte dans la veine jugulaire externe trois grammes de sucre de raisin (en solution à 10 °/₀) et quatre centigrammes de salicylate de soude et de caféine.

L'uretère droit donne en une période de trois minutes	18 gouttes.
L'uretère gauche —	11 —

Faradisation pendant trois minutes du bout périphérique du vague droit (distance des bobines : 5):

L'uretère droit donne, pendant cette période, 3 gouttes.
L'uretère gauche . . — 3 —

Après l'électrisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne . . . . 6 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 7 —

Nouvelle faradisation (avec un courant à 5) du bout périphérique du nerf vague droit pendant trois minutes :

L'uretère droit donne . . . . 2 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 3 —

Après l'électrisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne. . . . 4 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 6 —

J'injecte deux centigrammes de caféine dans la veine jugulaire externe. Effet nul. En trois minutes :

L'uretère droit donne . . . . 6 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 4 —

Faradisation du bout inférieur du sympathique droit (avec un courant à 5) pendant trois minutes :

L'uretère droit donne . . . . 6 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 4 —

Après la faradisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne . . . . 5 gouttes.
L'uretère gauche donne . . . 5 —

Faradisation du bout périphérique du vague droit (distance des bobines : 5) pendant trois minutes. Pendant cette période :

L'uretère droit donne	3 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	2 —

A droite comme à gauche ces gouttes tombent au début de la faradisation : dans la suite, il y a arrêt de la sécrétion.

Après la faradisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne	7 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	6 —

Faradisation du bout inférieur du sympathique droit (avec un courant à 4) pendant trois minutes; sur ce temps :

L'uretère droit donne	7 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	6 —

J'excite alors le nerf vague (bout périphérique) avec le même courant pendant trois minutes ; sur ce temps :

L'uretère droit donne	1 goutte.
L'uretère gauche donne . . .	2 gouttes.

Après la faradisation, au contraire, on obtient en trois minutes :

Par l'uretère droit	10 gouttes.
Par l'uretère gauche	9 —

Avant de terminer l'expérience, j'observe l'écoulement du sang par la veine rénale gauche : il s'écoule 14 gouttes en une minute. Pendant la faradisation du bout périphérique du pneumogastrique droit, l'écoulement est réduit à 7 gouttes en une minute. Il redevient actif quand on cesse l'électrisation.

Les résultats de ces expériences me paraissent très concluants. Ils prouvent d'abord que c'est bien l'excitation du nerf pneumogastrique qui est suivie de la diminution de la sécrétion urinaire; la faradisation du bout inférieur du nerf grand sympathique paraît, au contraire, n'avoir aucune influence sur la diurèse. En outre, ils démontrent que les effets de l'excitation du bout périphérique d'un seul nerf pneumogastrique se manifestent également et en même temps sur les deux reins. Dans toutes mes expériences, quand la sécrétion urinaire était bien établie, qu'elle continuait régulièrement, que les deux uretères donnaient la même quantité d'urine dans la même période de temps, j'ai toujours observé le même phénomène : ralentissement dans l'écoulement par les deux uretères après l'excitation forte du bout périphérique d'un seul nerf pneumogastrigue droit ou gauche. Après la faradisation, l'écoulement reprenait d'ordinaire, par les deux uretères, avec la même activité qu'antérieurement. Je n'ai pas constaté, pas plus chez le lapin que chez le chien, la dissymétrie signalée dans une note qu'ont communiquée les deux savants français, MM. Arthaud et Butte, à la Société de biologie dans la séance du 5 mai dernier.

On sait que le chloral, à dose suffisante, paralyse les fibres vaso-constrictives. L'arrêt de la sécrétion urinaire, s'il est provoqué par une vaso-constriction, ne devra plus se manifester à la suite de l'excitation du pneumogastrique chez des animaux préalablement chloralisés.

3° **Lapin mâle de 3100 grammes. — Injection de deux grammes de chloral dans le rectum. — Deux heures après l'injection, mise à nu au cou du vague et du sympathique droits. — Canules dans les uretères.**

Pour activer la diurèse, j'injecte quatre centigrammes de salicylate de soude et de caféine dans la veine jugulaire externe. En trois minutes :

L'uretère droit donne	10 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	12 —

J'excite le bout périphérique du pneumogastrique pendant trois minutes avec un courant à 5.

Pendant ce temps il s'écoule :

Par l'uretère droit	9 gouttes.
Par l'uretère gauche	10 —

Après la faradisation, en trois minutes :

L'uretère droit donne	9 gouttes.
L'uretère gauche donne . . .	8 —

La faradisation du pneumogastrique est donc sans effet sur la sécrétion urinaire chez le lapin soumis à l'action d'une dose suffisante de chloral. L'écoulement du sang par la veine rénale n'est pas non plus modifié dans cette circonstance par l'excitation du bout périphérique du nerf vague, ainsi que nous avons pu nous en convaincre plusieurs fois. Il est, par suite, permis de conclure que l'arrêt de la diurèse est dû à une vaso-constriction qui s'exerce sur les reins; car l'écoulement du sang par les reins est considérablement diminué par l'excitation faradique du bout

périphérique du pneumogastrique, lorsque les fibres vaso-constrictives n'ont pas été paralysées par une injection de chloral. Cela résulte suffisamment de l'expérience 2; néanmoins je relaterai ici l'observation suivante : un lapin femelle de trois kilogrammes sert à l'étude de l'influence du nerf vague et du grand sympathique sur la sécrétion urinaire. De la veine rénale gauche s'écoulent 13 gouttes de sang par minute. Le bout périphérique du pneumogastrique droit est excité pendant une minute avec un courant à 5 : la veine rénale ne fournit que 4 gouttes. Je cesse la faradisation : la circulation reprend, il s'écoule 9 gouttes en une minute.

II.

J'ai fait un grand nombre d'expériences pour déterminer l'action produite sur la sécrétion urinaire par l'excitation du grand sympathique au cou. J'ai eu soin, comme dans toutes les recherches précédentes, de bien séparer le grand sympathique du nerf pneumogastrique et du nerf dépresseur ; l'isolement était complet.

1° Lapin mâle de trois kilogrammes. — Légère anesthésie par le chloroforme. — Mise à nu au cou des nerfs vagues et sympathiques. — Canules dans les uretères.

Après une injection dans la veine jugulaire externe d'un gramme de sucre de raisin en solution (10 °/₀), la diurèse devient immédiatement très active (13 gouttes en une minute par un uretère), puis elle se ralentit et marche régulièrement à 6 gouttes par minute.

J'excite alors l'extrémité supérieure du sympathique droit sectionné à mi-hauteur du cou, avec un courant faradique à 6 pendant deux minutes.

L'uretère droit donne :

0 goutte la première minute.
1 goutte la seconde minute.

Après la faradisation on obtient :

6 gouttes la première minute.
6 gouttes la seconde minute.

Je coupe le vague droit; la diurèse continue avec la même activité : 6 gouttes en une minute.

J'excite le bout supérieur du sympathique droit pendant deux minutes avec un courant à 6 :

5 gouttes pendant la première minute (au commencement de la minute).
0 goutte pendant la seconde.

Je cesse la faradisation :

4 gouttes pendant la première minute.
8 gouttes pendant la seconde.

Nouvelle excitation du bout supérieur du sympathique droit pendant deux minutes avec un courant à 6 :

2 gouttes pendant la première minute.
3 gouttes pendant la seconde.

Après la faradisation :

7 gouttes pendant la première minute.
10 gouttes pendant la seconde.

J'excite le bout inférieur du sympathique droit pendant deux minutes avec un courant à 6 : l'urine s'écoule comme avant l'excitation :

11 gouttes la première minute.
11 gouttes la seconde.

L'excitation du bout périphérique du nerf vague droit pendant deux minutes (distance des bobines : 6) diminue et arrête la sécrétion :

1 goutte la première minute.
0 goutte la seconde.

Après la faradisation :

3 gouttes la première minute.
4 gouttes la deuxième.
4 gouttes la troisième.
12 gouttes la quatrième.

On excite le bout supérieur du sympathique droit pendant deux minutes avec un courant à 6 : il s'écoule :

3 gouttes la première minute.
3 gouttes la seconde minute.

Après la faradisation :

10 gouttes en une minute.

Excitation du sympathique gauche *in continuo* pendant deux minutes avec un courant faradique (distance des bobines : 5).

3 gouttes la première minute.
1 goutte la seconde.

Après l'électrisation :

5 gouttes la première minute.
8 gouttes la seconde.

Le nerf sympathique gauche et le nerf pneumogastrique gauche sont sectionnés à mi-hauteur du cou. L'uretère donne 8 gouttes par minute. Le bout supérieur du sympathique gauche est excité pendant deux minutes avec un courant à 5 :

2 gouttes la première minute.
1 goutte la seconde.

Après la faradisation :

5 gouttes en une minute.

Excitation du bout périphérique du vague gauche pendant 2 minutes avec un courant à 5 :

1 goutte la première minute.
1 goutte la seconde.

Après la faradisation :

7 gouttes la première minute.
6 gouttes la deuxième.
5 gouttes la troisième.

Excitation du bout inférieur du sympathique gauche pendant 2 minutes avec un courant à 5 :

5 gouttes la première minute.
5 gouttes la seconde.

Excitation du bout supérieur du sympathique gauche pendant trois minutes avec un courant à 5 :

1 goutte la première minute.
3 gouttes la deuxième.
1 goutte la troisième.

Après la faradisation :

2 gouttes la première minute.
4 gouttes la deuxième.
4 gouttes la troisième.

J'ai seulement mentionné le nombre des gouttes fournies par l'uretère droit ; mais la sécrétion urinaire se comportait à gauche comme à droite.

Il résulte de ces expériences que le grand sympathique cervical renferme des fibres centripètes dont l'excitation provoque la diminution et l'arrêt de la sécrétion urinaire. Cette action s'exerce encore après la section des deux nerfs pneumogastriques, alors que l'on irrite le bout supérieur du grand sympathique au cou.

2° Lapin femelle de 3550 grammes. — Anesthésie légère par le chloroforme. — Section de la moelle au-dessous de la 9e vertèbre dorsale. — Section des nerfs vagues et des nerfs grands sympathiques à mi-hauteur du cou. — Canules dans les uretères.

Injection de 2 grammes de sucre de raisin dans la veine jugulaire externe.

L'uretère droit donne 34 gouttes d'urine en une minute.

Excitation du bout supérieur du grand sympathique gauche à 4 pendant deux minutes :

10 gouttes la première minute.
1 goutte la seconde.

Après la faradisation :

0 goutte la première minute.
1 goutte la deuxième.
17 gouttes la troisième.

Nouvelle excitation du bout supérieur du sympathique gauche avec un courant à 4 pendant deux minutes :

4 gouttes la première minute.
0 goutte la seconde.

Après la faradisation :

1 goutte la première minute.
7 gouttes la seconde.
11 gouttes la troisième.

La section de la moelle épinière au-dessous de la 9e vertèbre dorsale n'influence donc pas les effets produits sur la diurèse par l'excitation du bout supérieur du grand sympathique au cou. Il en est de même d'une section de la moelle faite plus haut, entre la 7e et la 8e vertèbre dorsale. Mais quand la moelle est coupée au niveau de la 6e vertèbre dorsale, l'excitation du bout supérieur du grand sympathique reste sans action appréciable sur la sécrétion urinaire ; je relaterai l'expérience suivante :

5° Lapin de 3500 grammes. — Légère anesthésie par le chloroforme. — Section de la moelle au niveau de la partie supérieure de la 6e vertèbre dorsale. — Mise à nu du grand sympathique droit et section de ce nerf à mi-hauteur du cou. — Canule dans l'uretère droit.

L'uretère donne quatre gouttes en une minute.

Électrisation du bout supérieur du sympathique, pendant une minute, avec un courant à 5 :

3 gouttes pendant cette minute.

Après la faradisation :

3 gouttes en une minute.

En résumé, il résulte des expériences que je viens de rapporter :

1° Que le nerf pneumogastrique renferme des fibres vaso-constrictives dont l'excitation diminue et arrête la sécrétion urinaire;

2° Que le nerf grand sympathique contient des fibres centripètes qui exercent une action sur la diurèse. En effet, l'excitation du bout supérieur de ce nerf par un fort courant faradique diminue et arrête la sécrétion dans les deux reins, tandis que la faradisation de l'extrémité inférieure est sans influence appréciable sur la diurèse;

3° L'effet sur la diurèse, à la suite de l'excitation du bout supérieur du grand sympathique, continue à se manifester, alors que les deux nerfs vagues sont coupés et que la moelle est sectionnée au-dessous de la sixième vertèbre dorsale. L'influence ne se produit plus quand la moelle est détruite au-dessus de la sixième vertèbre dorsale.

Il est donc probable que l'excitation du bout supérieur du grand sympathique provoque son action sur la sécrétion urinaire, par voie réflexe et par l'intermédiaire de la moelle épinière et des splanchniques.

Sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1888; par L. Niesten, astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles.

(Communiqué par M. Folie, directeur de cet établissement.)

M. Perrotin, directeur de l'Observatoire de Nice, a présenté récemment à l'Académie des sciences de Paris (1), une note signalant trois modifications importantes qui se sont produites dans l'aspect de la surface de la planète Mars depuis l'opposition de 1886.

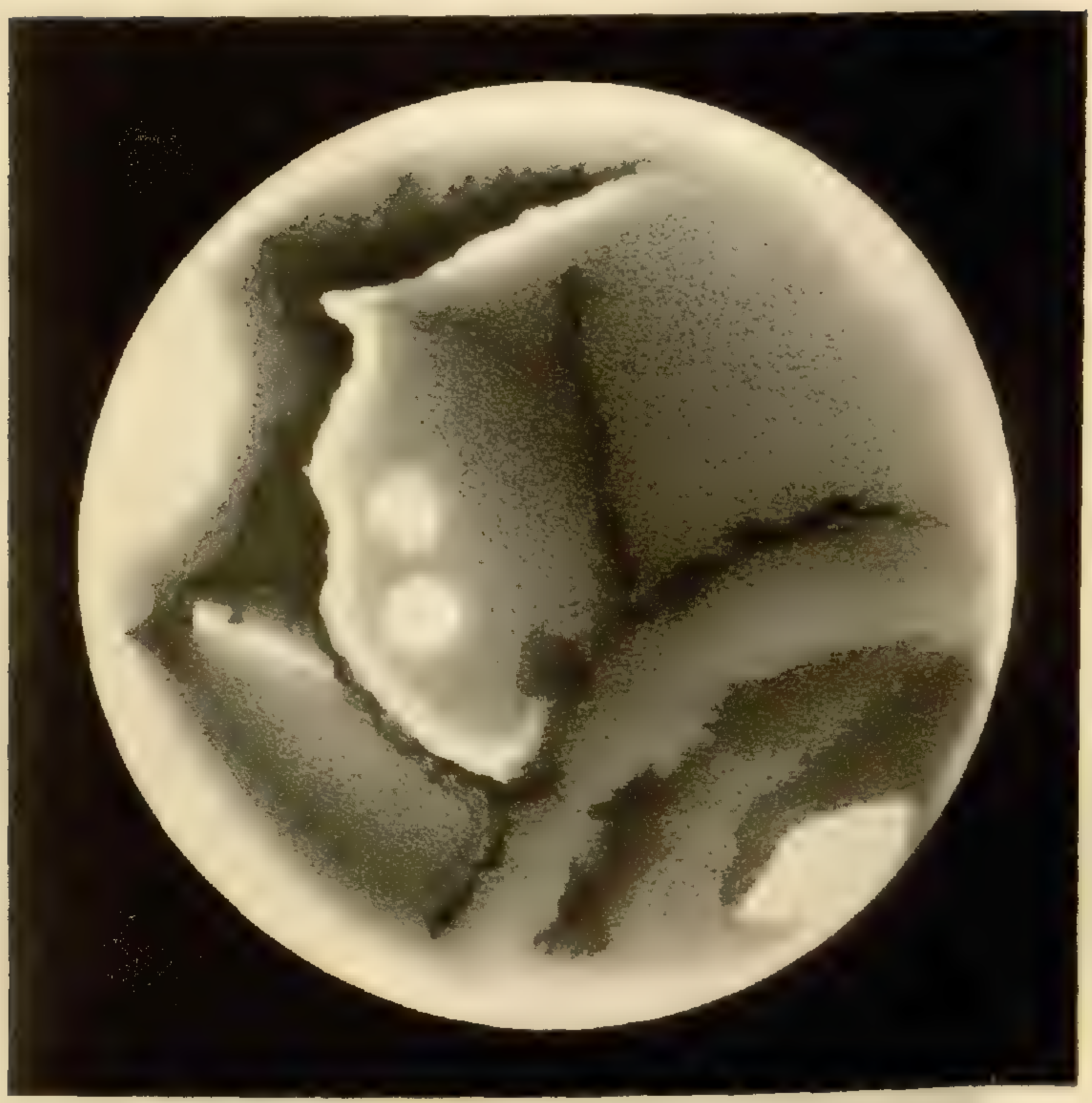
L'importance de cette note relativement à l'étude de l'Aréographie m'engage à présenter quelques remarques déduites des observations que j'ai faites sur l'aspect physique de Mars pendant cette opposition (1888), ainsi que deux dessins représentant les régions de la planète qui auraient subi certaines modifications.

Comme le montre tout d'abord le dessin n° 2, dont le méridien central correspond à 275° de longitude, le continent A, qui s'étend de part et d'autre de l'équateur par 270° de longitude (*Lybia,* carte de Schiaparelli), était nettement visible le 5 mai à 10 heures.

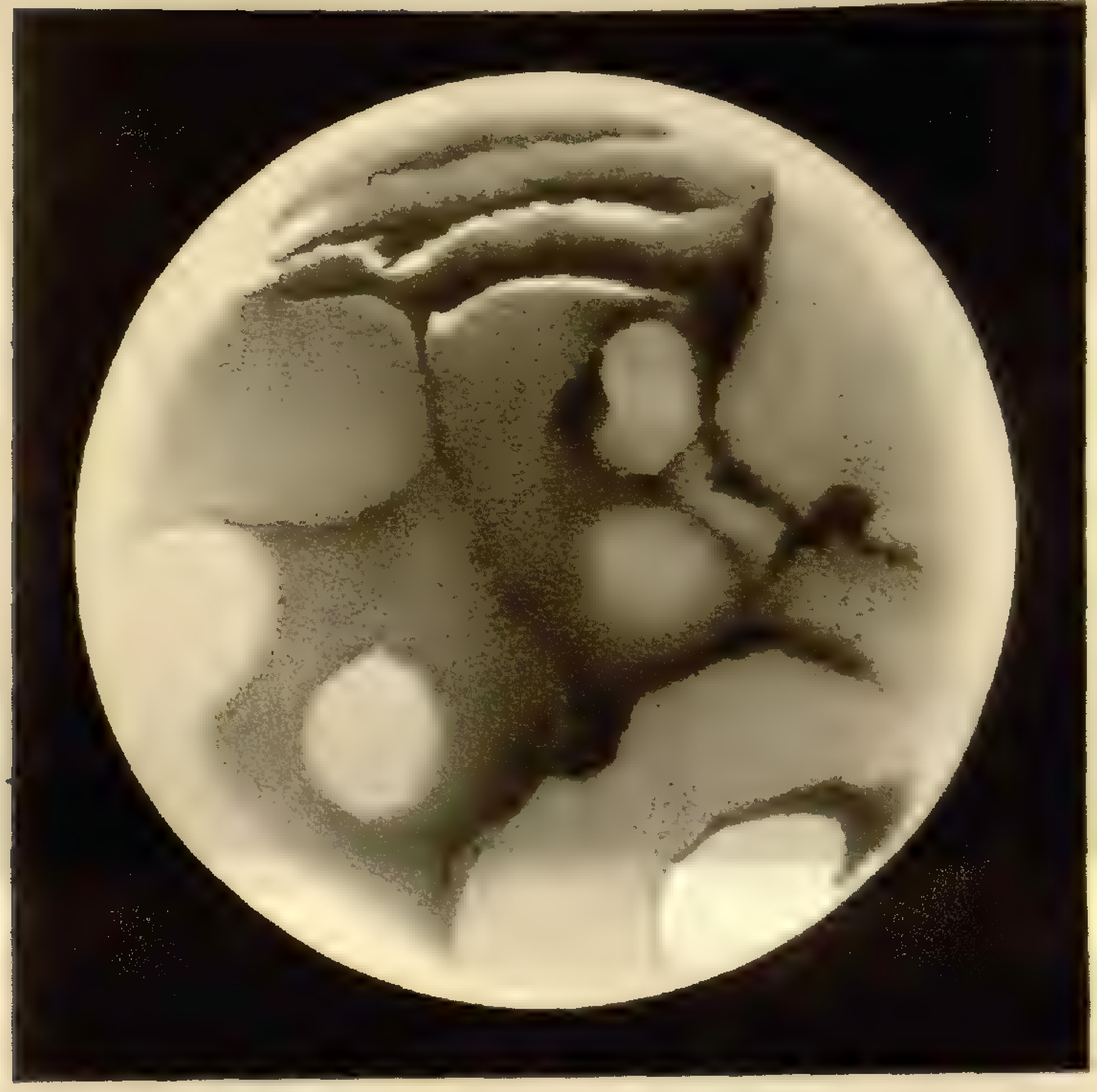
Il était coloré de jaune orange, couleur qui teinte ordinairement les terres de Mars, et séparé de la mer (*Tyrrhenum mare*) qui le limite au Sud par une bordure blanche.

(1) *Observation des canaux de Mars* (Lettre de M. Perrotin à M. Faye). Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris. Tome CVI, n° 20, 14 mai 1888, p. 1393.

Mars
pendant l'opposition de 1888.



29 Avril 1888. 9h 15m
L = 316° λ = (+) 25°



5 Mai 1888. 10h
L = 275° λ = (+) 25°

Le canal (*Nepenthes*) qui sépare ce continent de l'*Isidis regio* était très apparent et parfaitement détaché de la mer qui se trouve à l'Ouest (*Syrtis major*).

D'après les observations de Nice, *ce continent aurait complètement disparu, la mer voisine (si mer il y a) l'aurait totalement envahi, et à la teinte blanc rougeâtre des continents aurait succédé la teinte noire ou plutôt bleu foncé des mers de Mars.*

Nous devons donc admettre qu'entre la date à laquelle cette région a été observée à Nice, et le jour (5 mai) où Mars a été dessiné à Bruxelles, il s'est produit une modification inverse à celle signalée par le directeur de l'Observatoire de Nice.

Il est certain, d'après les observations, que, dans des oppositions successives, la plupart des taches, claires ou sombres, changent d'intensité et même de forme, et que ces variations paraissent accuser un caractère périodique. Les observations faites à Nice et à Bruxelles, dans une même opposition et sur une même région de la planète, permettront, sinon de préciser l'époque, du moins de resserrer l'intervalle de temps durant lequel ces changements ont dû se produire, et pourront aider à en démontrer la cause.

On conçoit que, par suite de la forte inclinaison de l'axe de Mars, l'aspect que doit présenter la planète dans des oppositions successives sera notablement différent. Lorsque l'hémisphère boréal est tourné vers nous — ce qui est le cas pour cette opposition, pendant laquelle le centre du disque apparent correspond au 25^{me} degré de latitude boréale aréographique, — les taches qui couvrent cette partie de la planète, se présentant de face, seront plus visibles, tandis que celles qui teintent l'hémisphère austral seront moins apparentes; les continents étant vus en

raccourcis, présenteront une délinéation différente et certains détails pourront même échapper à l'observation. On s'explique de la même façon la disparition de certaines taches, quand, par suite de la rotation de Mars, elles se présentent au bord oriental ou au bord occidental de la planète, alors qu'elles sont nettement visibles quand elles occupent le centre du disque. C'est ainsi que, dans le dessin du 29 avril, le *Nepenthes* se confond avec la tache sombre (*Syrtis magna*) et que les détails compris entre les méridiens 270° et 310°, occupant à cette date la partie orientale du disque, n'ont pu être dessinés que lorsqu'ils se présentaient au centre de la planète.

Il est donc prudent, avant de pouvoir affirmer que des changements sont survenus à la surface de la planète, de s'assurer si les observations relatives à certains détails de la planète ont été faites dans les mêmes conditions d'aspect.

Si, comme nous le supposons, les dessins de la région comprise entre les méridiens 240° et 310° ont été pris à Nice lorsqu'ils se présentaient au centre du disque, comme c'est le cas pour Bruxelles, on pourra avec certitude comparer les deux dessins et rechercher les causes physiques qui ont pu provoquer un changement dans l'aspect de la planète.

Jusqu'à ce jour, je n'ai pu dédoubler les canaux tels que es a dessinés Schiaparelli après l'opposition de 1882, et qui ont été revus dans la suite à l'Observatoire de Nice. Certains canaux qui n'étaient pas visibles dans la lunette de 15 centimètres d'ouverture ont pu être facilement dessinés à l'aide de l'objectif de 38 centimètres; d'autres n'apparaissaient que vaguement et semblaient plutôt produits par la démarcation de teintes différentes recouvrant des régions adjacentes de la planète.

Dessin du 5 mai. — 10 heures. Longitude 275°, latitude + 25°.
Équatorial $0^m,38$. Grossissements 260, 360 et 480.

La *Syrtis magna* est la tache la plus sombre du disque, elle se prolonge vers l'orient par la *Tyrrhenum mare* et vers le nord par le *Nilus*. *L'alcyonus sinus* est presque aussi sombre que la *Syrtis magna*. Les embouchures du *Thot* et du *Lethes* y sont bien apparentes et séparées par une tache ovale et blanche. Plus au Sud on distingue l'*Isidis regio*, belle tache blanche, dont les contours à l'occident forment le *Nepenthes* et le *Triton Lacus*.

Une troisième tache blanche ovale, plus étendue que les deux précédentes, correspond à l'*Elysium* qui a toujours été remarquable par sa teinte blanche.

Enfin, près du bord occidental, on remarque une quatrième tache blanche correspondant à l'*Aethiopis*.

Cette tache est aussi brillante que la tache polaire boréale.

Dessin du 29 avril. — 9 h. 15 m. Longitude 316°, latitude + 25°.
Équatorial $0^m,38$. Grossissements 260, 360 et 480.

La *Syrtis magna* est à l'Est du disque, le *Nilus* est bien marqué ainsi que l'*Euphrates* qui paraît relier le *Nilus* au *Sabœus sinus*.

L'*Hammonis cornu* est bien apparent et blanc.

Un large fleuve, qui n'a pas été revu le 5 mai, coule entre le *Nilus* et la calotte polaire boréale.

Deux taches blanches brillent à l'ouest de la *Syrtis magna*.

Mon attention a été surtout attirée, pendant cette opposition, par la forme ovale et la blancheur que présentaient certaines régions de Mars. Leur couleur et leur éclat pouvaient rivaliser avec ceux de la tache polaire boréale.

Des taches blanches analogues ont déjà été aperçues dans d'autres oppositions. Dawes, Green, Burton, Schiaparelli, Trouvelot, les ont dessinées. Les plus importantes ont été dénommées *Fontana Land*, *Rosse Land*, *Hall Island*, par Green.

Schiaparelli en indique plusieurs dans l'hémisphère austral, *Thyle, Argyre, Noachis, Hellas*, et dans l'hémisphère boréal l'*Elysium, Nix Atlantica* (près du *Triton Lacus*), *Nix Olympica*, etc.

La persistance que certaines de ces taches présentent pendant plusieurs oppositions écarte complètement la supposition qu'elles soient produites par des nuages.

Ainsi l'*Elysium* (*Fontana Land*) a été vu d'un blanc brillant pendant les oppositions de 1884, 1886 et 1888.

Ces taches ont été vues quand l'été où l'hiver régnait pour l'hémisphère où elles ont leur siège.

Admettre, d'un autre côté, qu'elles représentent des régions encore couvertes de neiges, paraît impossible, attendu que pendant cette opposition l'été règne dans l'hémisphère nord de Mars (solstice d'été le 16 février 1888. Equinoxe d'automne le 8 janvier 1889) et que cependant la couleur blanche de ces taches a été beaucoup plus accusée.

On peut ainsi expliquer la couleur blanche de la tache polaire boréale, mais des régions équatoriales recouvertes

de neige, alors que l'été y règne, ne se conçoivent pas aussi facilement.

Il y a là un point intéressant à élucider, et dans ce but il est nécessaire de suivre la planète de jour en jour pour s'assurer des modifications que peut subir la teinte des régions qui paraissent blanches, et décider si l'on doit l'attribuer à une cause météorologique ou à l'état particulier d'un sol éclairé plus ou moins obliquement par les rayons solaires.

Nouvelles recherches sur l'origine optique des raies spectrales, en rapport avec la théorie ondulatoire de la lumière ; par C. Fievez, astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles.

On sait que toutes les altérations de *facies* des raies spectrales, telles que changement de réfrangibilité, allongement, élargissement, renversement, etc., de ces raies, sont dues à une cause extérieure au spectroscope, puisqu'on peut les observer sans modifier l'ouverture de la fente et la mise au point de l'instrument analyseur, dont toutes les parties restent invariables les unes par rapport aux autres pendant la durée des observations.

Ces altérations de *facies* des raies spectrales correspondent à une modification du mouvement lumineux de la vapeur incandescente observée, car on peut les produire en modifiant seulement le mouvement lumineux de cette vapeur, ainsi que je l'ai démontré précédemment (1).

---

(1) Ch. Fievez, *Essai sur l'origine des raies de Fraunhofer,* Bull. de l'Acad. roy. de Belg., 3me série, t. XII.

Il en résulte que toute altération du mouvement lumineux d'une vapeur incandescente, quelle qu'en soit la cause, peut se manifester par une altération correspondante dans la constitution des raies spectrales de cette vapeur, si le pouvoir dispersif de l'analyseur est suffisamment puissant.

On constate, en effet, en introduisant une certaine quantité de sodium dans une flamme Bunsen *sodée*, que les raies sodiques (primitivement brillantes et fines) de cette flamme ne présentent aucune modification d'aspect si la dispersion équivaut à deux prismes, qu'elles deviennent plus larges si la dispersion équivaut à six prismes, qu'elles deviennent plus larges et qu'elles se *renversent* si la dispersion équivaut à douze prismes, enfin qu'elles présentent un *double renversement* si la dispersion est plus considérable encore.

Ces faits nous montrent que ces altérations de *facies* sont des phénomènes du même ordre que ceux observés dans l'étude du spectre solaire, lorsqu'on emploie des pouvoirs dispersifs de plus en plus puissants. Là aussi on observe que la raie noire D paraît simple si la dispersion est d'un prisme, qu'elle devient double, c'est-à-dire formée de deux raies noires et d'un espace brillant intermédiaire, si la dispersion est de deux prismes, et qu'elle se *résout* en plus de quatorze raies noires de différentes largeurs, séparées par des espaces lumineux aussi de largeurs différentes, lorsque la dispersion employée est très considérable (1).

Ce qui nous autorise d'abord à considérer une raie spec-

(1) Ch. Fievez, *Étude du spectre solaire*, Annales de l'Observatoire royal, t. IV, 1882.

trale comme formée par des radiations, de longueurs d'ondes très voisines, superposées en raison inverse du pouvoir dispersif du spectroscope. Alors l'élargissement d'une raie n'est plus autre chose qu'une altération de la longueur d'onde d'une partie des radiations constituant cette raie.

Les raies les plus longues étant les plus intenses (1), l'allongement d'une raie n'est qu'un accroissement d'amplitude d'oscillation d'une partie, ou de la totalité, des radiations constituant cette raie.

Pour expliquer le renversement d'une raie, les faits précédents nous montrent déjà qu'une raie noire peut être formée par la superposition de radiations *lumineuses*, ce qui ne peut avoir lieu que si ces radiations sont en discordance de phases, c'est-à-dire en *interférence* au foyer de l'analyseur.

On vérifie cette conclusion en observant l'apparence d'une raie en deçà ou au delà du foyer. On constate ainsi :

1° Qu'une raie brillante au foyer paraît renversée en deçà et au delà de ce foyer ;

2° Qu'une raie renversée au foyer paraît doublement renversée en deçà et au delà de ce foyer. S'il y a concordance au foyer, il y a donc discordance en deçà et au delà, et réciproquement.

D'ailleurs, du fait que les radiations constituant une raie spectrale sont originaires d'une même source et concourent en un même point, il résulte [selon le principe fondamental de la théorie ondulatoire (2)] que ces radia-

---

(1) Ch. Fievez, *Essai sur l'origine, etc.*

(2) Verdet, *Leçons d'optique physique*, 1869, t. I, p. 100.

tions doivent apporter en ce point un mouvement vibratoire d'intensité variable, suivant la différence de marche et d'intensité des radiations qui constituent ce mouvement, l'intensité minimum pouvant être *nulle*.

Mais pour démontrer directement cette conséquence de la théorie, il ne suffit pas d'établir, ainsi que je l'ai fait précédemment (1), que des modifications dans la constitution des raies spectrales d'une vapeur incandescente peuvent se produire sous l'influence de causes diverses et multiples, agissant sur le mouvement lumineux de cette vapeur; il faut encore montrer que ces modifications peuvent être obtenues par la superposition de radiations (de longueurs d'ondes très voisines) différentes de marche et d'intensité.

Tel est le but des expériences suivantes, exécutées avec un très grand pouvoir dispersif (le même qui a été employé dans l'Étude du spectre solaire) afin que les plus faibles altérations ne puissent passer inaperçues.

La superposition des radiations a été réalisée en plaçant un corps luminenx transparent, *une flamme*, sur le trajet des rayons d'un autre corps lumineux (flamme, soleil, arc électrique, lumière Drummond) : ces deux corps étant placés dans l'axe optique du spectroscope et leurs images projetées et superposées ensemble sur la fente de l'instrument analyseur, au moyen d'un objectif.

Dans ces conditions, la superposition des raies brillantes de deux flammes Bunsen sodiques donne comme résultante des raies brillantes plus intenses.

---

(1) Ch. Fievez, *Essai sur l'origine des raies de Fraunhofer*, 1886, Bull. de l'Acad. roy. de Belg., 3me série, t. XII.

Si les raies sodiques sont primitivement renversées, leur résultante est plus brillante et moins renversée (raie noire plus fine).

La superposition des raies brillantes carbonées, du spectre de l'arc électrique sur le spectre solaire, donne comme résultante des raies brillantes. Il en est de même :

1° Des raies sodiques, d'une flamme Bunsen, superposées sur le spectre continu d'un fil de platine chauffé à blanc (sous faible dispersion) ;

2° De la raie rouge du lithium, d'une flamme Bunsen, superposée sur le spectre continu de la lumière Drummond.

La superposition des raies sodiques renversées, d'une flamme oxyhydrique, sur les raies noires D du spectre solaire, donne comme résultante des raies noires moins intenses et moins larges.

La superposition des raies sodiques brillantes, d'une flamme Bunsen, sur les raies noires D du spectre solaire, donne comme résultante des raies noires plus larges.

La superposition de la raie brillante rouge du lithium, d'une flamme Bunsen, sur le spectre de l'arc électrique, donne comme résultante une raie noire très large.

La superposition des raies sodiques faiblement renversées, d'une flamme Bunsen, sur les raies sodiques aussi faiblement renversées, de l'arc électrique, donne comme résultante des raies noires très larges.

La superposition des raies sodiques brillantes et très larges, d'une flamme Bunsen, sur les raies sodiques faiblement renversées, de l'arc électrique, donne comme résultante des raies présentant un double renversement.

La superposition des raies sodiques brillantes, larges, d'une flamme Bunsen dans laquelle on a introduit de l'oxygène, sur les raies noires D du spectre solaire, donne aussi comme résultante un double renversement.

Ces faits me semblent bien démontrer que les modifications des raies spectrales d'une vapeur incandescente peuvent être obtenues par la superposition de radiations de longueurs d'ondes très voisines, mais différentes de marche et d'intensité.

Et par suite, que le *renversement* d'une raie est dû à une altération de la phase ondulatoire d'une partie des radiations constituant la raie brillante primitive, altération ayant pour résultat de rendre l'intensité lumineuse *nulle* aux points où le renversement se produit.

De la longueur d'une ligne (*) ; par le lieutenant E. Goedseels, répétiteur à l'École militaire de Belgique.

I. — Lemme. *Si, à tout terme u_n d'une suite indéfinie de quantités*

$$u_0, \quad u_1, \quad u_2, \ldots u_n, \ldots,$$

en correspond un autre, de rang supérieur, à partir duquel chaque terme de la suite indéfinie surpasse u_n, le terme u_n tend vers une limite déterminée, ou croît au delà de toute limite, lorsque n augmente indéfiniment.

En effet, si, à partir d'un certain rang, chaque terme est supérieur au précédent, le lemme énoncé se confond avec le principe fondamental de la théorie des limites. Il n'en est plus de même, si la suite renferme indéfiniment des termes inférieurs à d'autres de rangs moins élevés.

(*) Nous espérons examiner prochainement le cas où les coordonnées sont des fonctions discontinues de la variable indépendante t, et étendre à l'aire des surfaces courbes les considérations exposées dans ce petit travail.

Dans ce second cas, prenons parmi les termes de la suite u_0, u_1, ... etc., une suite indéfinie et croissante

$$v_0, \quad v_1, \quad v_2, \dots v_n, \dots$$

En vertu du principe fondamental déjà rappelé, v_n tend vers une certaine limite L, ou croît au delà de toute limite, lorsque n augmente indéfiniment.

Or, par hypothèse, à tout terme v_n correspond un terme u_{n+k} à partir duquel les termes de la première série surpassent tous v_n. De même, tout terme u_{n+k+r} est surpassé par un terme v_{n+q}.

Donc, si n, et par suite, $n + k + r$, augmentent indéfiniment, le terme u_{n+k+r}, compris entre v_n et v_{n+q}, converge vers L, ou croît au delà de toute limite, en même temps que v_n et v_{n+q}.

II. — On peut considérer toute ligne continue comme étant le lieu géométrique d'un point mobile, dont les coordonnées seraient des fonctions continues d'une même variable t,

$$x = \mathrm{F}(t), \quad y = f(t), \quad z = \varphi(t),$$

telles, qu'à chaque valeur de t correspond une seule valeur pour x, y, z.

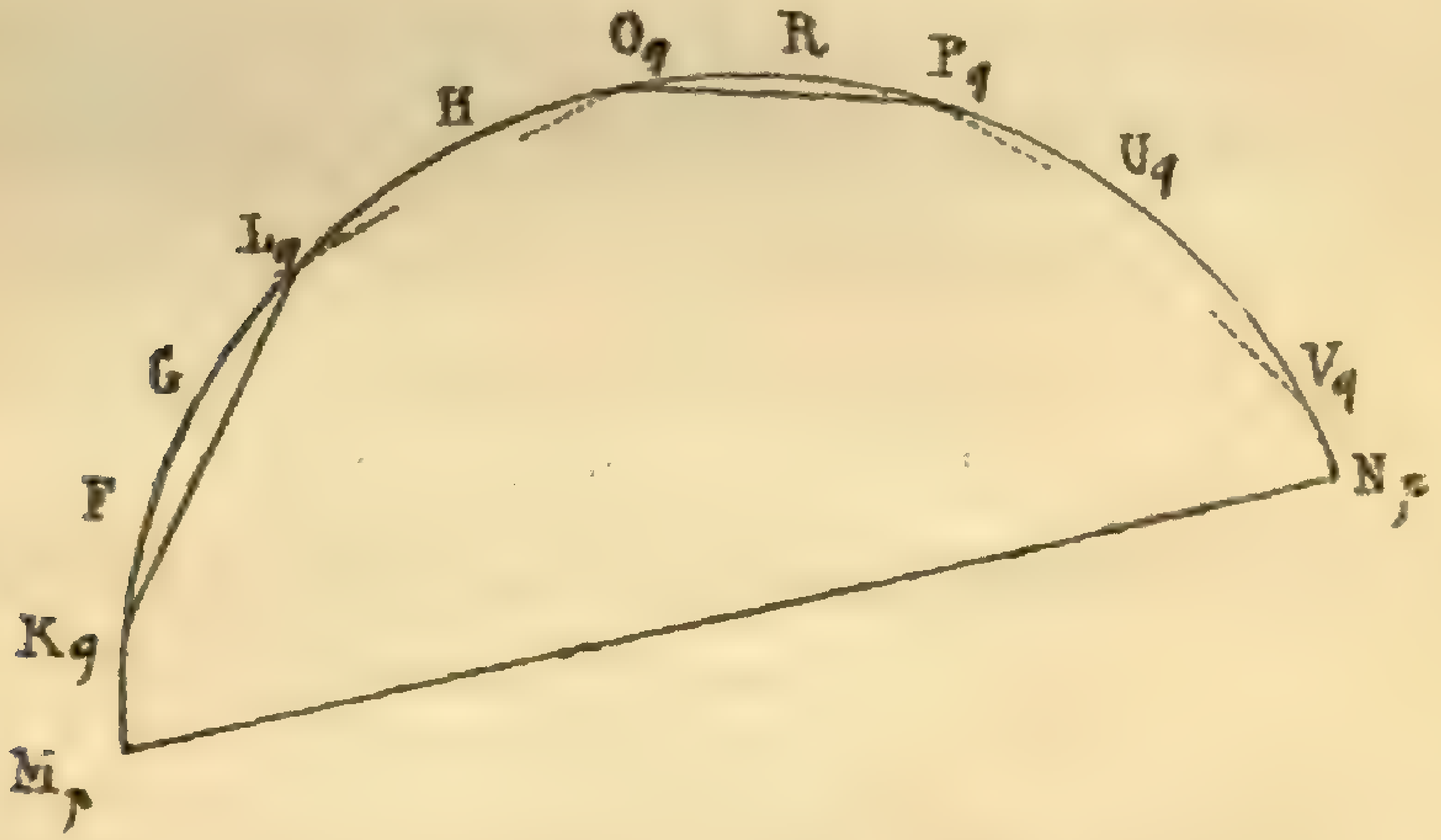
Désignons par a et b deux valeurs particulières de t, et par A et B les points correspondants.

Le lieu géométrique des points de la courbe correspondant aux valeurs de t appartenant à l'intervalle (a, b) s'appelle l'arc AB de cette courbe.

Les points A et B sont appelés les extrémités de cet arc, et tout point de l'arc AB différent des deux extrémités est dit intermédiaire entre A et B.

III. — Ces préliminaires étant posés, inscrivons dans l'arc AB un polygone ACD ... B.

Puisque chaque côté de ce polygone est inférieur à la somme de ses projections sur les trois axes coordonnés, et que l'intervalle (a, b) peut être divisé en intervalles partiels, dans chacun desquels les oscillations des fonctions $F(t)$, $f(t)$ et $\varphi(t)$ sont inférieures à une longueur $\frac{1}{3}d$ donnée d'avance, quelque petite qu'elle soit, on peut prendre le polygone ACD ... B tel, que la distance entre deux points choisis arbitrairement sur tout arc sous-tendu par un côté du polygone, soit inférieure à d.



Soit M_pN_p un côté quelconque d'un polygone $AC_pD_p\ldots B$ correspondant à une valeur particulière, p, de d. Prenons arbitrairement sur l'arc M_pN_p un point fixe R, et représentons par δ une longueur inférieure à chacune des trois distances M_pR, RN_p, $(M_pR + RN_p - M_pN_p)$. Opérons de même sur chacun des côtés, et appelons ρ la plus petite des longueurs δ.

Donnons ensuite à d une nouvelle valeur $q < \frac{1}{4}\rho$. Quels que soient les points F, G, H, pris sur un arc quelconque

sous-tendu par une corde inférieure à ρ, sur l'arc M_pR par exemple, on a

$$\text{périmètre } M_pFGHR > M_pR > \rho > 4q;$$

donc l'un des quatre côtés au moins de ce périmètre est supérieur à q. Le polygone $AC_qD_q \ldots B$ correspondant à $d = q$, a donc plus de trois sommets sur l'arc M_pR, et sur chacun des arcs analogues.

Partant de là, considérons la partie $K_qL_q \ldots O_qP_q \ldots U_qV_q$ du polygone $AC_qD_q \ldots B$, inscrite dans l'arc M_pN_p. Par hypothèse, deux points quelconques de la courbe, situés sur un arc sous-tendu par un côté de ce polygone, sont distants d'une quantité inférieure à q. On a donc

$$4q > M_pK_q + O_qR + RP_q + V_qN_p.$$

D'autre part, on a évidemment

$$\text{périmètre } M_pK_qL_q \ldots O_qRP_q \ldots V_qN_p > M_pR + RN_p,$$

et, d'après les définitions de ρ et de q,

$$M_pR + RN_p - M_pN_p > \rho,$$
$$\rho > 4q.$$

D'où, en additionnant ces quatre inégalités membre à membre, et en supprimant de part et d'autre les parties communes,

$$\text{périmètre } K_qL_q \ldots O_q + \text{périmètre } P_q \ldots U_qV_q - M_pN_p > 0,$$

ou

$$\text{périmètre } K_qL_q \ldots O_q + \text{périmètre } P_q \ldots U_qV_q > M_pN_p.$$

Ainsi, nous sommes parvenu à démontrer que, pour

tout polygone correspondant à une valeur de $d < \frac{1}{4}\rho$, le périmètre de la *partie* de ce polygone inscrite dans le segment de la courbe sous-tendu par la corde M_pN_p, est *supérieur à cette corde.* En ajoutant toutes les inégalités analogues à la dernière, puis rétablissant dans le premier membre les côtés manquants du polygone $AC_qD_q \ldots B$, il vient, *a fortiori*,

$$\text{périmètre } AC_qD_q \ldots U_qV_qB > \text{périmètre } AC_pD_p \ldots B.$$

IV. — Il résulte de là que, si l'on donne à d une suite de valeurs tendant vers zéro, d'après une loi quelconque, les périmètres inscrits correspondants constituent une suite indéfinie, dont tout terme $AC_pD_p \ldots B$ est suivi d'un autre, $AC_qD_q \ldots B$, à partir duquel tous les termes de la suite sont supérieurs à $AC_pD_p \ldots B$.

D'après le lemme, le périmètre inscrit $ACD \ldots B$ tend donc vers une limite déterminée, ou croît au delà de toute limite, lorsque d tend vers zéro.

La limite, finie ou infinie, du périmètre inscrit est d'ailleurs indépendante de la loi de variation de d.

En effet, supposons que, pour deux systèmes différents de variation, le périmètre tende vers deux limites L et L'. On peut évidemment faire varier le périmètre inscrit suivant une loi résultant de la combinaison des deux premières, c'est-à-dire où d prendrait successivement les valeurs correspondant au premier et au second mode de variation. En vertu des raisonnements précédents, le périmètre tendrait ainsi vers une certaine limite, L'', finie ou infinie. On a nécessairement $L'' = L$, $L'' = L'$. Donc $L = L'$

La limite vers laquelle tend le périmètre du polygone inscrit $ACD \ldots B$, *lorsque d tend vers zéro, s'appelle la longueur de l'arc* AB.

V. — Soient X, Y, Z les sommes arithmétiques des projections orthogonales des côtés d'un polygone inscrit ACD ... B respectivement sur les axes des x, des y et des z. Le périmètre du polygone est supérieur à X, à Y, à Z, et inférieur à X + Y + Z ; donc pour que ce périmètre ait une limite finie, il faut et il suffit que X, Y, Z ne croissent pas indéfiniment. Cela arrivera notamment :

1° Lorsque le nombre des valeurs maxima, et le nombre des valeurs minima de x, de y et de z dans l'intervalle (a, b) est fini.

En effet, désignons dans ce cas par M la somme des valeurs maxima de x, de y et de z ; par m la somme de leurs valeurs minima ; et par s la somme arithmétique des différences $F(a) - F(b)$, $f(a) - f(b)$, $\varphi(a) - \varphi(b)$.

On aura

$$X + Y + Z \leqq M - m + s,$$

et, par suite,

$$\text{périmètre ACD} \ldots \text{B} < M - m + s.$$

2° Lorsque, pour toute valeur de t de l'intervalle (a, b), les fonctions $F(t)$, $f(t)$, $\varphi(t)$ ont chacune une dérivée inférieure, en valeur absolue, à une quantité finie G.

En effet, les projections h, k, l d'une corde quelconque MN sur les trois axes coordonnés, satisfont aux relations suivantes, où t_1, t_2, t_3 désignent des valeurs de t convenablement choisies, entre les valeurs t' et t'' de t correspondant aux extrémités de MN.

$$h = (t'' - t')\,F'(t_1) < (t'' - t')\,G,$$
$$k = (t'' - t')\,f'(t_2) < (t'' - t')\,G,$$
$$l = (t'' - t')\,\varphi'(t_3) < (t'' - t')\,G.$$

On a donc

$$X < G(b-a), \quad Y < G(b-a), \quad Z < G(b-a),$$

$$\text{périmètre ACD} \ldots \text{B} < 3(b-a)G.$$

Remarque. — On sait que, dans la courbe plane dont l'ordonnée est représentée par la fonction de Weierstrass (*Journal de Crelle*, 1874, t. LXXIX, pp. 29-31), on peut diviser tout intervalle (a, b), quelque petit qu'il soit, en un nombre d'intervalles partiels tels, qu'on ait pour chacun de ceux-ci (excepté pour le dernier dont on ne peut rien affirmer), quelque grand que soit G,

$$\frac{k}{h} > \frac{G}{b-a},$$

$$\frac{MN}{h} = \sqrt{1 + \frac{k^2}{h^2}} > \sqrt{1 + \frac{G^2}{(b-a)^2}} > \frac{G}{b-a},$$

$$MN > h\frac{G}{b-a}$$

d'où l'on déduit facilement

$$\text{périmètre ACD} \ldots \text{B} > G.$$

La courbe dont l'ordonnée est représentée par la fonction de Weierstrass a donc, entre deux quelconques de ses points, une longueur infinie, dans le sens défini plus haut.

Sur la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs; par C. Vanlair, professeur à l'Université de Liège.

Dans un précédent mémoire (1) j'ai eu l'occasion de mentionner l'insuccès relatif des essais auxquels je m'étais livré en vue d'obtenir la régénération d'un nerf après des sections itératives. Ayant une première fois coupé le sciatique et attendu patiemment la reproduction totale du nerf, reproduction exigeant généralement près d'une année, j'avais pratiqué une seconde section du même nerf, espérant assister au curieux phénomène d'une nouvelle régénération.

A priori, rien ne s'opposait à la réussite d'une pareille tentative.

Étant admis d'une part que le bout central est toujours prêt à fournir des fibres nouvelles, et, de l'autre, que ces fibres nouvelles poussent leurs prolongements dans le segment périphérique et vont se répandre avec lui dans les muscles et dans la peau, il semblait que ce double processus pût s'accomplir dans un nerf ayant subi une première régénération aussi bien que dans un nerf normal. Le résultat n'a cependant point répondu à mon attente. Je ne suis arrivé qu'à une reproduction très imparfaite.

J'avais observé, il est vrai, que les chiens ainsi opérés

---

(1) *Nouvelles recherches expérimentales sur la régénération des nerfs.* Arch. de biologie, 1885, p. 232.

pour la seconde fois avaient été pris de suppuration et de marasme, et j'émettais l'idée qu'en opérant après un plus long intervalle et dans de meilleures conditions, il ne serait sans doute pas impossible de produire chez un seul et même animal et sur un seul et même nerf plusieurs régénérations successives. La section d'un nerf de l'importance du sciatique n'est pas en effet sans réagir le plus souvent d'une manière fâcheuse sur la santé générale de l'animal; en sorte que si l'on n'a pas soin de laisser entre les deux sections un intervalle de temps assez long pour donner au sujet le temps de se refaire, il se trouvera mal préparé pour une seconde opération.

Ajoutons que la circulation cicatricielle établie dans le nerf et les tissus ambiants aux environs de la section ne saurait remplacer complètement la circulation normale. Elle n'a ni la même étendue ni la même activité; de là une réduction notable dans les échanges nutritifs, suffisante pour constituer un obstacle sérieux à l'évolution régulière du processus réparateur.

Une troisième difficulté résulte enfin des changements imprimés à la structure du bout périphérique par la première reproduction. On sait aujourd'hui que les fibres nouvelles émanées du bout central ne parviennent à revivifier le bout périphérique qu'en s'insinuant dans les espaces prismatiques endoneuriaux ménagés normalement entre les anciennes gaines de Schwann. Celles-ci ne disparaissent pas : c'est leur contenu nerveux qui seul dégénère et se résorbe. Or, la masse de ces gaines ainsi transformées en une sorte de filament fibreux communique au nouveau nerf une compacité plus grande, une cohérence plus prononcée, dont on s'aperçoit aisément quand on cherche à le dissocier. Par suite de cette circonstance, les fibres de seconde

génération auront plus de peine à pénétrer dans le segment périphérique et devront s'y propager avec beaucoup plus de lenteur.

La question était de savoir si de tels obstacles doivent être ou non considérés comme insurmontables. Par les expériences qui suivent, on verra que ces conditions, quelque défavorables qu'elles soient, n'empêchent pas toujours une seconde reproduction. En d'autres termes, *un nerf totalement divisé, puis intégralement reconstitué, peut encore suffire à une nouvelle régénération aussi parfaite que la première quand on vient à le sectionner une seconde fois.*

EXPÉRIENCE I.

Le 1er juin 1886, le sciatique poplité interne droit, lequel forme ici un cordon volumineux, est totalement divisé. Immédiatement après l'opération, on constate l'anesthésie du coussinet plantaire et d'une portion de la face plantaire du pied ayant la forme d'un triangle allongé, dont la base répond à celle du coussinet et dont le sommet s'arrête à quelque distance du talon.

Par exception, l'insensibilité s'étend ici aux pulpes plantaires des orteils. Toutes les autres régions du membre ont gardé leur sensibilité normale.

Quelques jours plus tard, dans un but de contrôle, on pratique une nouvelle exploration ; elle fournit les mêmes résultats.

L'opération s'est faite sans perte sanguine appréciable et la plaie s'est très promptement cicatrisée.

Le 8 janvier 1887, donc un peu plus de six mois après l'opération, les orteils commencent à sentir, mais le coussi-

net plantaire, constituant le territoire propre du nerf, est encore inexcitable. Vers la fin de ce même mois, cette partie du pied commence elle-même à réagir à l'égard des excitations mécaniques et électriques.

Le 18 avril de la même année, soit dix mois et demi environ après le début de l'expérience, le coussinet plantaire a récupéré sa sensibilité normale.

On laisse alors s'écouler un nouveau laps de près de deux mois et demi; puis, au 1er juillet, le nerf est mis à nu dans le but de le soumettre à une nouvelle section.

Le nerf ainsi dénudé se présente sous forme d'un cordon blanc opaque, homogène et continu. C'est à peine si l'on constate la présence d'un léger renflement au niveau de la première section. Pas d'adhérences entre le nerf et les tissus ambiants.

La situation se présentait sous un aspect si favorable que je n'hésitai pas à pratiquer, au lieu d'une simple division, une rescision du nerf dans le double but d'examiner microscopiquement le tronçon et de rendre plus frappante, dans l'éventualité d'une reproduction, la démonstration du phénomène. Supérieurement, le nerf fut tranché à quelques millimètres au-dessous du renflement; inférieurement, à près de 2 centimètres plus bas. Il n'y eut que peu ou point de rétraction. La plaie fut refermée et suturée.

Une portion du tronçon extirpé examinée séance tenante par dissociation dans la liqueur de Flemming un peu modifiée, se montra composée de belles fibres vivantes. Une autre partie fut durcie dans le même liquide et débitée ultérieurement en coupes. Voici le résultat de l'examen auquel elles furent soumises :

Les névricules sont magnifiques et ne diffèrent des formations normales que par les particularités suivantes : au

lieu de voir les fibres de petite dimension disséminées comme au hasard dans le champ névriculaire, ainsi que cela s'observe dans les conditions physiologiques, les petites fibres en question forment ici de véritables faisceaux au milieu des fibres ordinaires, et cela surtout dans les névricules les plus grêles. Entre les névricules, on ne constate l'existence d'aucune traînée de tissu nerveux aréolaire. La graisse épineuriale fait absolument défaut.

La régénération avait donc évolué ici de la façon la plus régulière et l'on pouvait la considérer comme parfaite ou peu s'en faut. —

A la suite de la nouvelle section, il se produit instantanément, comme après la première, une extinction complète de la sensibilité dans le coussinet plantaire et les orteils.

A six mois de là, le 16 décembre 1887, on constate que le sentiment a reparu dans toutes les parties primitivement anesthésiées. La seconde reproduction a donc exigé un peu moins de temps que la première.

Ce même jour l'animal est sacrifié.

Le tronc du sciatique interne mis à découvert offre un double renflement : le supérieur correspondant au niveau supérieur de la résection, lequel était à peu près le même, on s'en souvient, que celui de la première section, l'inférieur correspondant au moignon du bout périphérique, c'est-à-dire au niveau inférieur de la résection. La distance qui sépare les deux renflements est d'environ 2 centimètres.

Le premier renflement présente à peu près la même apparence que lors de la première exploration; il est fusiforme, régulier, non adhérent. Le second est volumineux, inégal, intimement soudé aux parois de l'interstice. Le seg-

ment intercalaire est mince et mal délimité. Au-dessous du renflement inférieur, le nerf apparaît avec ses qualités macroscopiques normales. Il est disséqué jusqu'à la région malléolaire, puis extirpé avec le segment intercalaire et mis dans la liqueur de Flemming.

Analyse microscopique. — Examiné à 2 centimètres *au-dessus* du renflement supérieur, le sciatique interne (le nerf opéré) ne montre aucune altération. Il ne diffère en rien, comme structure élémentaire, du sciatique externe auquel on n'a point touché.

Le *segment intercalaire* affecte la composition névromateuse. Il est formé d'un funicule fibroïde dont la masse est parcourue par des faisceaux nerveux de volume variable ; les uns ne comptent qu'une dizaine de fibres ; d'autres en renferment une trentaine. Toutes les fibres entrant dans la constitution d'un faisceau déterminé présentent un parallélisme à peu près parfait et ont atteint presque toutes le même degré de maturité. Mais les faisceaux eux-mêmes sont entrecroisés dans tous les sens, et chacun d'eux pris en particulier offre une structure qui lui est propre, en ce sens que la qualité des fibres dont les faisceaux se composent varie de l'un à l'autre. Celui-ci, par exemple, ne contient que des tubes volumineux à gaine myélinique épaisse; celui-là renferme exclusivement des fibres grêles amyéliniques; dans un troisième enfin ne se rencontrent que des fibres intermédiaires, c'est-à-dire pourvues d'une couche myélinique mince et réduisant peu l'acide osmique. Il y a lieu de supposer, d'après cela, que toutes les fibres composant un faisceau donné sont de même âge et de même provenance. Ce qui, soit dit en passant, fournit une preuve nouvelle de la réalité du fait découvert par *Remak*, à savoir qu'une seule et même fibre du bout central donne

naissance par scissiparité à tout un faisceau de fibres secondaires.

Le renflement inférieur revêt également l'aspect névromateux dans toute son étendue. Mais presque immédiatement au-dessous dudit renflement, on observe déjà une névriculisation à peu près parfaite du cordon. Tous ces névricules sont composés de fibres vivantes, mais dont la majeure partie est représentée par des tubes relativement jeunes. Encore ici, certains fascicules, dans un névricule donné, sont presque exclusivement composés de fibres très fines à peine myélinisées, tandis que d'autres sont formés par des fibres presque mûres, répartition qui ne s'observe jamais dans les conditions normales.

Il est à remarquer aussi que le diamètre des névricules et du nerf lui-même est relativement considérable, malgré la gracilité des fibres et que le tissu interstitiel intranévriculaire est incomparablement plus développé qu'à l'état physiologique. Il l'est même sensiblement plus que dans les nerfs régénérés à la suite d'une seule section. Si cette disposition se manifestait seulement dans les régions très voisines du point de section, on pourrait croire à une simple hyperplasie fibreuse d'origine inflammatoire ; mais on la rencontre également beaucoup plus bas, à un niveau où il ne saurait être question d'un travail phlegmasique. Force est donc de l'attribuer à une autre cause : et je n'en vois pas d'autre que la persistance des anciennes gaines de Schwann vidées de leur contenu et fondues, en quelque sorte, avec le tissu endoneurial primitif. Comme il s'est produit ici, par le fait des deux sections successives, une double obsolescence, on doit trouver dans le segment périphérique, non pas une, mais deux espèces de gaines de Schwann sans contenu nerveux : les gaines primitives et

celles de la première régénération. De là une accumulation excessive de ces gaines et la formation, entre les fibres vivantes de la seconde génération, d'une masse fibroïde considérable, simulant une hyperplasie très prononcée de la substance endoneuriale. Rien n'est plus facile d'ailleurs que de constater la nature réelle de ces prétendues formations endoneuriales : on arrive en effet par la dissociation à isoler plusieurs de ces éléments, et l'on voit alors qu'ils sont constitués par de longs filaments homogènes, parallèles à l'axe du névricule et munis de noyaux de distance en distance.

Mais continuons l'examen du bout périphérique.

Plus bas, à 10, 15, 20 centimètres au-dessous du renflement inférieur, la structure du nerf conserve les caractères que je viens d'indiquer, avec cette différence seulement que les fibres sont généralement plus fines et leurs noyaux excessivement rapprochés. On découvre, de plus, par-ci par-là, au milieu des fibres vivantes, des fibres anciennes en dégénérescence atrophique.

Toutes les particularités de texture que je viens de faire connaître se dessinent avec la dernière netteté, quand on compare le segment périphérique régénéré à l'une quelconque des portions du poplité externe resté intact.

Afin d'être mieux à même d'apprécier comparativement les changements amenés par une double section, j'avais soumis le sciatique interne *gauche*, celui de l'autre membre, à une section unique le jour même où le sciatique droit avait été divisé pour la première fois. Voici le résultat de cette opération, résultat conforme d'ailleurs au schéma de la régénération après section.

Au point de vue *fonctionnel*, la sensibilité avait disparu à la suite de l'opération dans la même étendue qu'à droite.

Vers la même époque aussi, c'est-à-dire dans le cours du mois de janvier 1887, la sensibilité commença à reparaître dans les régions primitivement anesthésiées ; elle était redevenue normale longtemps avant la mort du sujet.

A l'autopsie, le nerf présente la même apparence qu'à droite, lors de la première exploration, avec cette différence toutefois que le renflement a presque totalement disparu. Le nerf avec ses principales branches est extirpé jusqu'au voisinage des orteils. Les caractères histologiques en sont normaux, hormis que l'on rencontre quelques faisceaux de petites fibres au lieu de trouver ces dernières disséminées dans la masse neuriculaire, et qu'en raison de la présence des anciennes gaines de Schwann, la dissociation des éléments s'opère avec plus de difficulté. Toutefois, l'épaississement de la substance endoneuriale est beaucoup moins considérable que du côté droit.

Cette restauration quasi parfaite du sciatique interne gauche, après une simple section, n'a rien que de très ordinaire. Mais il n'en est pas de même de celle du sciatique *droit*, lequel s'est reproduit *deux* fois après avoir été *deux* fois divisé.

Il n'est pas impossible qu'une semblable restauration se soit produite déjà entre les mains des chirurgiens — et cela bien malgré eux — à la suite de névrotomies réitérées dirigées contre des névralgies opiniâtres. Rien cependant ne prouve qu'elle ait jamais eu lieu. L'argument tiré de la disparition et du retour alternatifs des douleurs après plusieurs sections consécutives du même nerf est en effet sans valeur : car il s'agit le plus souvent, sinon toujours, en pareil cas, de phénomènes d'inhibition. Quant à la preuve objective, elle fait absolument défaut, par la raison qu'on n'a jamais pratiqué ni l'examen macroscopique ni

l'examen microscopique du segment périphérique d'un nerf plusieurs fois sectionné.

Jusqu'ici non plus, que je sache, on n'était point parvenu à obtenir *expérimentalement* la reproduction itérative d'un nerf. Jamais du moins elle ne s'est présentée avec les mêmes caractères d'évidence. Le même nerf a bien réellement été divisé deux fois; la seconde fois il a subi par surcroît une excision d'une certaine étendue, et la reproduction du nerf après les deux sections ne saurait être l'objet d'aucun doute. Ici la restitution du nerf n'est pas seulement prouvée par les alternatives de l'activité fonctionnelle deux fois abolie et deux fois restaurée; elle trouve une démonstration plus positive encore dans les constatations microscopiques, car il résulte de l'examen du nerf que le segment périphérique s'est complètement revivifié, aussi bien après la seconde section qu'après la première.

L'analyse histologique a fait voir de plus que cette restauration s'est accomplie pour les deux périodes suivant le même mécanisme. Après comme avant la seconde opération, les fibres émanées du bout central ont pénétré dans les interstices du bout périphérique, entre les gaines de Schwann, en refoulant et comprimant ces dernières, et se sont propagées ensuite d'un bout à l'autre du nerf. En raison de la double reproduction, le segment périphérique devait finalement contenir *trois fois* plus de gaines de Schwann que le segment primitif, les deux tiers de ces gaines étant réduites à l'état de simples filaments. En fait, le segment périphérique de la dernière génération offrait, comme je l'ai dit, une compacité fibreuse remarquable et la dissociation montrait que cette prédominance de l'élé-

ment fibreux était due en réalité à l'abondance extrême des gaines anervées dans l'intérieur des névricules.

On se souvient aussi que la régénération de seconde main s'est opérée en un temps plus court que la première, en dépit de la perte de substance imposée au nerf lors de la deuxième opération. C'est là un fait des plus remarquables et qui semble, au premier abord, être en désaccord avec la théorie de la conduction. Il semble, en effet, que l'accumulation croissante des gaines dût nuire à la perméabilité du segment périphérique et, par suite, enrayer la propagation centrifuge des fibres nouvelles. L'explication de cette apparente anomalie réside sans doute dans le fait que le bout central, au moment de la deuxième section, renfermait déjà beaucoup de fibres nouvelles dont un certain nombre se trouvaient encore à l'état embryonnaire. Ces dernières, plus aptes que les autres à une prolifération immédiate, auront fourni sans retard une partie des éléments nécessaires à la seconde restauration, et cette multiplication rapide aura compensé, et au delà, la lenteur de la progression des fibres dans le segment périphérique.

A quelles circonstances faut-il maintenant attribuer le résultat inespéré que j'ai obtenu ?

S'agit-il ici de conditions indéterminées, de dispositions individuelles qui auraient fortuitement amené un succès aussi exceptionnel ? Ou bien est-il dû à des circonstances plus ou moins faciles à déterminer et susceptibles d'être réalisées à volonté par l'expérimentateur ? Il me semble évident que la seconde hypothèse est la seule admissible. Qui plus est, l'observation qui précède me paraît spécifier clairement les conditions dans lesquelles il conviendra désormais de se placer pour obtenir de semblables reproductions.

En effet, l'animal en expérience était un chien jeune et vigoureux. L'opération a été exécutée avec toutes les précautions antiseptiques et dans les meilleures conditions, puisqu'il n'y a pas eu d'hémorragie et que la suppuration a été complètement évitée. De plus, la névrotomie a porté seulement sur l'un des poplités et non sur le sciatique tout entier : d'où le double avantage de prévenir un trop grand écartement des bouts et surtout de conserver au nerf sectionné une espèce de tuteur représenté par le poplité externe. De cette façon aussi on compromettait moins gravement la nutrition du membre et la santé générale du sujet.

Mais cela n'eût pas suffi, si l'on n'avait eu soin de laisser s'écouler un temps assez long entre l'apparition des premiers signes de la reproduction et la seconde section du poplité, de façon à permettre au membre et au nerf lui-même de réparer entièrement les dommages causés par la première opération.

Il importait également de bien choisir le niveau des sections. Ma tentative eût vraisemblablement échoué si, au lieu de diviser pour la seconde fois le nerf un peu au-dessous du renflement, j'avais pratiqué ma section *dans le renflement même;* la masse fibro-névromateuse de cette nodosité eût sûrement opposé à la pénétration des fibres issues du bout central un obstacle incomparablement plus difficile à vaincre que celui des névricules du segment intercalaire. Il est même à peu près certain que la barrière eût été infranchissable. La résistance n'eût pas été moindre si j'avais pratiqué la section sur la continuité même du nerf *au-dessus* du renflement.

Enfin, et c'est là un point capital, il importe de savoir attendre, tout en entretenant soigneusement la vie de

l'animal, tout le temps nécessaire à l'accomplissement de la seconde restauration. En ce qui regarde le sciatique, la réfection du nerf exige des mois et parfois même des années, et pour les essais de double reproduction plus encore que pour les autres, la *méthode des longs délais*, que j'ai naguère inaugurée, s'impose à l'expérimentateur.

EXPÉRIENCE II.

Le 23 juin 1886, le sciatique poplité interne droit est divisé au milieu de la cuisse. Il est relativement volumineux et se trouve déjà à ce niveau parfaitement isolable du poplité externe. Les bouts sont abandonnés à eux-mêmes.

Pendant les premiers jours qui suivent l'opération, on constate l'anesthésie complète du coussinet plantaire et un léger abaissement de la sensibilité à la pulpe des orteils.

Jusqu'au commencement d'avril 1887, l'anesthésie persiste. Passé cette date, la sensibilité commence à reparaître dans le coussinet plantaire, et le 18 du même mois la réesthésiation est complète.

On attend jusqu'au 28 juillet 1887, soit un peu plus de trois mois; puis alors le nerf est mis à nu et une nouvelle section est pratiquée. Seulement, cette fois, afin de pouvoir ultérieurement établir une comparaison entre les effets d'une section simple et ceux d'une section itérative, on divise simultanément les deux poplités; le poplité *interne* à 2 centimètres au-dessous du renflement, et le poplité *externe* au même niveau. Pas de suture.

Le renflement était fusiforme, régulier, non adhérent. Au-dessous dudit renflement, le nerf était cylindrique, d'un blanc opaque et les piqûres ainsi que le pincement du nerf, à ce niveau, provoquaient à la fois des cris de douleurs et des mouvements de totalité du membre.

Immédiatement après l'opération, comme dans les jours qui suivirent, il fut constaté que le pied avait perdu toute sa sensibilité, sauf au bord interne animé par le saphène.

Vers le commencement de mars 1888, donc sept mois après la deuxième section, la sensibilité tend à reparaître partout, aussi bien au coussinet plantaire qu'aux autres parties du pied. A la fin du même mois, la sensibilité à la piqûre et au courant faradique atteint sa perfection normale. A cette même époque, on observe des mouvements de *flexion* dans les orteils quand on irrite vivement la surface du pied. La restauration du sciatique *interne* s'est donc encore une fois accomplie.

L'animal se trouvait alors dans de si bonnes conditions locales et générales que je m'étais décidé à tenter une troisième section après un délai moral, lorsque, le 28 mars 1888, l'animal succomba inopinément.

J'ajouterai que le sciatique interne *gauche* avait été divisé comme à droite le 23 juin 1886; mais il n'avait subi aucune opération ultérieure. La sensibilité, de ce côté, avait reparu dans le coussinet du gros orteil à peu près à la même époque qu'à droite, c'est-à-dire *dix mois* environ après la section.

Le jour même de la mort de l'animal, le sciatique, à droite et à gauche, est mis à nu, puis extirpé avec ses branches.

Sciatique interne droit. — Le renflement correspondant à la première section est à peine appréciable; sa configuration est légèrement fusiforme ; il n'est pas plus adhérent que les portions avoisinantes du nerf.

A 2 $^1/_2$ centimètres plus bas, un second renflement marque le niveau de la deuxième section. Il présente à peu près les mêmes caractères que le premier.

Le segment intermédiaire aux deux renflements est plutôt prismatique que cylindrique; on n'y observe pas, microscopiquement, la fasciculation si nette des nerfs normaux.

Les branches du sciatique ont un aspect fibreux et sont assez difficiles à poursuivre.

Au microscope, le *segment intermédiaire* aux deux renflements se montre uniquement composé de fibres vivantes grosses et fines mélangées d'une façon intime et affectant dans leur ensemble une disposition parallèle à l'axe du nerf. Mais les névricules qu'elles forment sont moins nettement isolés que dans les conditions normales.

Le *renflement intérieur* a la stucture névromateuse habituelle.

La portion du nerf qui lui fait suite est aussi complètement revivifiée que le segment intermédiaire de tantôt. Mais il se distingue d'un nerf normal par les deux particularités suivantes : d'abord par la grande quantité de fibres fines que l'on y rencontre; puis par la présence d'un nombre relativement considérable de gaines de Schwann vides et affaissées qui rendent sa dissociation plus difficile et dont la multiplicité donne, à première vue, l'illusion d'une hyperplasie endoneuriale.

Ces caractères spéciaux se dessinent jusque dans les ramifications terminales du nerf.

Le *sciatique externe droit* offre la structure ordinaire d'un nerf revivifié après une simple section, et revivifié depuis un temps relativement court ; il renferme encore en effet bon nombre de fibres fines.

Le *sciatique interne gauche* porte un renflement peu prononcé, fusiforme, non adhérent, siégeant un peu au-dessous du point où le nerf se détache du tronc.

Au microscope, au-dessous du renflement, le nerf présente une composition identique à celle du *sciatique interne droit*, avec cette différence seulement qu'il renferme moins de fibres fines ; ce qui s'explique par la date plus ancienne de la section.

Quant au *sciatique externe gauche*, conservé comme témoin, il est naturellement intact, et sa comparaison avec les autres nerfs permet de constater nettement les particularités précédemment indiquées, qui distinguent des nerfs normaux ceux qui ont été soumis à la section.

Les résultats de cette seconde expérience sont conformes, on le voit, à ceux de la première. D'une part comme de l'autre, on a pu observer, après la double section, le retour intégral de la sensibilité, en même temps qu'une réfection anatomique complète du nerf avec épaississement de la substance endoneuriale. Dans les deux cas aussi, il s'est produit ce fait remarquable que la seconde régénération a pris moins de temps que la première. Chez le premier de nos chiens, il a fallu sept mois environ pour obtenir la première reproduction, et cinq mois et demi pour la seconde. Chez le chien dont nous nous sommes occupé en dernier lieu, la première restauration a demandé

dix mois et la seconde sept mois seulement. De plus, si l'on compare l'une avec l'autre ces deux séries de chiffres, on arrive à cette curieuse constatation que le rapport entre la première et la seconde période est à peu près le même dans les deux cas; il ne diffère d'un cas à l'autre, en chiffres ronds, que d'un demi-septième. Ce qui autoriserait à croire qu'une règle constante préside, *mutatis mutandis*, à l'évolution régénératrice des nerfs.

Comme je l'ai dit plus haut, la brièveté relative du second délai doit trouver son explication dans la présence de fibres embryonnaires développées aux dépens du bout central sous l'influence de la première section. Bourgeonnant plus vite que les anciennes, elles fournissent plus promptement des fibres nouvelles au bout périphérique, et le retard que peut éprouver ultérieurement leur progression par suite de la densité excessive du segment qu'elles ont à parcourir se trouve plus que compensé par leur développement rapide.

CONCLUSIONS.

Il n'est donc nullement impossible d'obtenir expérimentalement plusieurs fois de suite la reproduction d'un même nerf. En dehors des accidents imprévus, le seul obstacle à ces régénérations multiples consiste dans l'épaississement endoneurial du segment périphérique, épaississement occasionné par la multiplication excessive des gaines de Schwann; mais cet obstacle lui-même est aisément surmonté par la pression centrifuge des fibres nouvelles. Il

est d'ailleurs compensé et au delà, lors de la seconde reproduction, par l'accroissement considérable de leur puissance prolifératrice.

Quant à l'aptitude génératrice du nerf, elle est virtuellement inépuisable. On peut même dire que son activité augmente à mesure qu'on la soumet à de nouvelles épreuves. Les nerfs possèdent, en d'autres termes, la faculté de se reproduire indéfiniment, au même titre que le tissu conjonctif et le tissu osseux. Toujours ils pourront réparer leurs pertes de substance pourvu qu'ils trouvent devant eux un conducteur convenable.

Il y a là comme une force permanente dont l'expérimentateur peut disposer à son gré et qui, bien dirigée, produira constamment ses effets, de même qu'une locomotive sous vapeur dont le mécanicien n'a qu'à lâcher la détente et à guider la marche.

La régénération des nerfs est donc, en dernière analyse, soumise à deux conditions : d'un côté, une force aveugle toujours prête à intervenir ; de l'autre, des influences mécaniques qui, suivant qu'elles s'exerceront dans un sens ou dans l'autre, tantôt la feront servir à l'accomplissement d'une œuvre réparatrice, et tantôt la rendront inféconde.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 2 juillet 1888.

M. Bormans, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ch. Potvin, *vice-directeur;* P. De Decker, Ch. Faider, R. Chalon, Th. Juste, Alph. Wauters, Alph. Le Roy, P. Willems, Ch. Piot, J. Stecher, T.-J. Lamy, Aug. Scheler, P. Henrard, J. Gantrelle, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Roersch, Ch. de Harlez, L. Vanderkindere, *membres;* Alph. Rivier, M. Philippson, Joan Bohl, L. Lallemand, *associés;* Alex. Henne, A. Van Weddingen, le comte Goblet d'Alviella et Ad. Prins, *correspondants.*

En ouvrant la séance, M. le directeur adresse les félicitations de la Classe à MM. Thonissen et Rivier à l'occasion de leur nomination comme docteurs *honoris causa* de l'Université de Bologne. — Applaudissements.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un vif sentiment de regret la perte qu'elle vient de faire en la personne de l'un de ses associés, M. J.-C.-H. Nolet de Brauwere van Steeland, né à Rotterdam le 23 février 1815, décédé à Vilvorde le 21 juin 1888.

Une lettre de condoléance sera écrite à la famille.

M. Roersch fera pour l'*Annuaire* la notice nécrologique du défunt.

— M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics adresse une expédition de l'arrêté royal en date du 24 mai, qui approuve l'élection de MM. Charles de Harlez et Léon Vanderkindere en qualité de membres titulaires de la Classe.

— MM. de Harlez et Vanderkindere, ainsi que MM. Sohm, Lallemand, Canonico et Lucchini, élus associés, accusent réception de leur diplôme.

— M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics demande l'avis de la Classe, au nom de son collègue du Département de l'Intérieur et de l'Instruction publique, sur un travail de M. Zanardelli, professeur du cours d'italien de la ville de Bruxelles, « sur la classification des patois wallons, d'après leur phonétique et leurs affinités avec les dialectes des pays limitrophes ». — Commissaires : MM. Scheler, Le Roy et Stecher.

— Le même Ministre envoie, pour être répartis entre les membre de la Classe, vingt-cinq exemplaires du rapport du jury qui a jugé le concours pour le prix Guinard (quatrième période 1883-1887).

— M. le Ministre envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, les ouvrages suivants :

1° *Anvers, métropole du commerce et des arts*, par G. Beetemé, 3 vol.;

2° *Nouvelles chansons et poésies,* par Antoine Clesse;

3° *Middelnederlandsch woordenboek,* van Verwijs en Verdam, 2e deel, 13e et 14e aflevering. — Remerciements.

— Ouvrages offerts par les auteurs :

1° *Monuments égyptiens du musée néerlandais d'antiquités à Leyde,* 29e livraison, publiée, par les ordres du Gouvernement, par MM. Leemans et Pleyte;

2° *De Lens à Vincennes,* fragment du 5e volume de l'Histoire des princes de Condé; lecture faite à l'Académie par le duc d'Aumale;

3° *Quelques récentes publications de littérature arménienne;* par Félix Nève;

4° *Des mesures préventives et répressives à prendre contre le vagabondage et la mendicité;* par H. Pascaud;

5° *Histoire d'une grande dame au XVIIIe siècle :* *a*) Hélène Potocka; *b*) la princesse de Ligne; par Lucien Perey (Luce Herpin);

6° *Pallas Athéné,* poésie par Jules Bailly;

7° *Giordano Bruno e le fonti delle sue doctrine;* par V. di Giovanni. (Présenté avec une note pour le *Bulletin* par M. Le Roy);

8° *Documents inédits concernant les frères Lauryn et Lernutius,* publiés par E. Feys. (Présenté par M. Roersch, avec une note pour le *Bulletin*);

9° *Attraction et gravitation d'après Newton,* par Clémence Royer;

10° *Bibliographie de la papeterie,* par Charles Dumercy (présenté par M. Henrard). — Remerciements.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

Il s'est fait beaucoup de bruit en Italie et surtout à Rome, depuis quelque temps, autour du nom de Giordano Bruno. Le signal est parti de Turin, où M. David Lévi, en 1887, a consacré un volume assez considérable à la glorification du philosophe de Nola, à ses yeux le grand apôtre et le premier martyr de la religion moderne de la libre pensée (*religione del pensiero*). Tel est l'enthousiasme de l'auteur, qu'il date sa préface du jour du supplice de Bruno, 17 février, l'an 287 de *l'ère scientifique*. On n'en est pas resté là : au commencement de 1888, le livre de M. Lévi a été résumé à Rome, dans une *Vie de Giordano Bruno racontée au peuple*, manifeste violent contre la papauté, *l'ennemie par excellence de l'Italie*. De là des agitations scolaires, des polémiques exaltées, les murs couverts d'affiches à l'occasion d'un projet de statue (1). L'image de Bruno n'aurait pas tardé à se dresser sur la place de la Minerve (*Campo di fiori*), à l'endroit même où fut empilé le bûcher de l'infortunée victime d'une législation barbare, le 17 février 1600, si le conseil communal de Rome n'y avait apporté son *veto* le 11 mai dernier, en refusant la cession du terrain demandé à cet effet.

Ce sont ces circonstances, et c'est aussi l'amour de la

---

(1) Ces démonstrations ne datent pas d'hier. A Naples, lors de l'inauguration d'une autre statue de Bruno, le 7 janvier 1865, des étudiants brûlèrent devant le monument l'encyclique papale du 8 décembre 1864. M. Ueberweg a jugé à propos de consigner ce fait dans son *Histoire de la philosophie* (t. II, p. 5).

vérité, qui ont décidé M. di Giovanni à prendre la plume. Dans l'opuscule que j'ai l'honneur de présenter à la Classe en son nom, notre savant associé s'est proposé d'examiner si le personnage qui sert ici de prétexte à une déclaration de guerre est bien le véritable Bruno, ou un Bruno de fantaisie. En 1864, l'historien de la philosophie en Sicile s'était plu à établir un parallèle entre les doctrines brunistes et celles du chef de l'école de Montréal, Vincenzo Miceli ; il se demande aujourd'hui, tout surpris, comment on a pu songer à transformer un panthéiste mystique en un précurseur du monisme, du positivisme et du matérialisme contemporains. On sent qu'il frémit quelquefois d'impatience ; mais il sait aussi se contenir, et quand lui-même déclare qu'il entreprend son enquête *sine irâ et studio*, je crois le connaître assez pour l'absoudre de tout parti pris.

Traduit à Venise devant le tribunal de l'Inquisition, Bruno fit l'aveu de ses doutes *comme philosophe,* mais en même temps se déclara fils soumis de l'Église romaine. — Pardonnez-lui ses faiblesses, dit-on : il était homme. — Oui, répond M. di Giovanni ; mais il était sincère ou il ne l'était pas. S'il ne l'était pas, sa mémoire ne mérite pas l'honneur qu'on veut lui faire. S'il l'était, au contraire, on ne saurait voir en lui qu'un théologien fourvoyé, néanmoins subissant encore l'influence du froc qu'il avait porté.

Dans ses premiers ouvrages, le successeur de S. Pierre n'est à coup sûr pas ménagé ; mais soit en Allemagne, soit à Genève, il ne se mit pas davantage à la remorque de Luther ou de Calvin. D'autre part, le fait rapporté par Scioppius, qu'au moment de mourir il se détourna du crucifix qu'on lui présentait, prouverait qu'en dépit de ses déclarations il reniait au fond le christianisme. Il fut con-

damné du chef d'*hérésie*, soit ; mais n'était-il pas plus radical qu'hérétique ? C'est sa doctrine, non son procès, qui peut seule nous édifier à cet égard, quoi qu'en pense M. di Giovanni. D'après ce qu'on en sait, j'estime qu'on est fondé à acquiescer au jugement de M. Erdmann : « on ne saurait, dit-il, le qualifier d'athée, d'homme irréligieux ; ses *Eroici furori* témoignent d'un enthousiasme religieux qui lui ferait appliquer l'expression : *ivre de Dieu*, et lui vaudrait à bon droit ce surnom de *Philotheus* qu'il employait volontiers dans ses ouvrages. Mais sa religiosité ne porte aucune teinte de christianisme ; son enthousiasme rappelle bien plutôt celui de *l'Hymne de Cléanthe*, peut-être celui d'un Bonaventure, et il le sait bien... Il sait bien que sa doctrine est païenne, et c'est pourquoi il revendique pour elle la plus haute antiquité » (1).

Voilà le terrain sur lequel il convient de s'établir, et c'est ce qu'a soin de faire M. di Giovanni, dès qu'il en a fini avec les inquisiteurs d'une part, de l'autre avec l'apothéose préparée à Rome au nom de « la science ». Il s'agit désormais du philosophe et rien que du philosophe, de l'ardent propagateur du système pythagoricien relevé par Copernic, de la théorie de l'univers infini et de l'immanence des forces. Un résumé très clair des opinions de Bruno, une revue intéressante des sources qui en contiennent les germes, constituent la partie essentielle de l'ouvrage. Le dernier chapitre est particulièrement instructif : toute l'antiquité y passe, et les Ioniens et les Eléates et les atomistes, et Platon et Plotin, puis au moyen âge Jean

(1) *Grundriss der Gesch. der Philos.* Leipzig, 1869, in-8°, t. I, p. 547.

Scot, Érigène, Amaury de Bène et David de Dinant, la Kabbale, et surtout le néo-pythagoricisme du cardinal de Cusa, objet de la vénération de Bruno. Celui-ci nous apparaît en définitive comme un éclectique poussé vers la mysticité, semblable en cela à beaucoup de penseurs de la Renaissance, mais plus que la plupart d'entre eux préoccupé de l'avenir. A ce titre il réclame une attention sérieuse ; mais il ne faut pas le surfaire. Quelque compassion qu'inspire son martyre, il n'y a pas de raison de proclamer Bruno le premier philosophe de l'Italie et l'un des plus grands hommes qui aient existé. En somme il n'a rien fondé, rien éclairé, et sa science est celle d'autrui. Tout en rendant à son génie spéculatif l'hommage qui lui est dû, M. di Giovanni le remet à sa véritable place et lui enlève toute solidarité avec les nouvelles écoles auxquelles ses apologistes s'efforcent de rattacher son nom.

ALPHONSE LE ROY.

Parmi les personnages brugeois qui contribuèrent le plus à la gloire littéraire de la Flandre au XVI^{e} siècle, il faut citer avant tout les frères Marc et Gui Laurin, dont le cabinet d'antiquités provoquait l'admiration du pays et de l'étranger. Marc Laurin, seigneur de Watervliet, est à jamais célèbre par ses grands travaux numismatiques et par la part qu'il prit à la rédaction du premier recueil important d'épigraphie latine.

De nombreux documents sur la seigneurie de Watervliet étant entrés récemment dans les archives communales de Bruges, M. E. Feys, dans une brochure que j'ai l'honneur de déposer en son nom sur le bureau de l'Aca-

démie, a publié les pièces qui concernent spécialement les deux frères, en les accompagnant d'une notice fort intéressante pour la biographie des Laurin et pour la connaissance de l'état des Flandres à l'époque troublée où ils ont vécu.

L. Roersch.

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1890.

Première question.

Faire l'histoire des origines, des développements et du rôle des officiers fiscaux près les conseils de justice, dans les anciens Pays-Bas, depuis le XV^e siècle jusqu'à la fin du XVIII^e.

Deuxième question.

Apprécier d'une façon critique et scientifique l'influence exercée par la littérature française sur les poètes néerlandais des XIII^e et XIV^e siècles.

Troisième question.

Faire le tableau des institutions civiles et politiques de la Belgique pendant la période qui s'étend depuis le couronnement de Pepin le Bref jusqu'à la confirmation de l'hérédité des fiefs par Hugues Capet, en France, et par Conrad le Salique, en Allemagne.

Quatrième question.

On demande une étude sur les MYSTIQUES *des anciens Pays-Bas (y compris la principauté de Liège), avant la réforme religieuse du XVI^e siècle : leur propagande, leurs œuvres, leur influence sociale et politique.*

Les concurrents accorderont une attention toute particulière à Jean Ruysbroeck.

Cinquième question.

Étude sur les humouristes et les pamphlétaires en langue française en Belgique, de 1800 à 1848.

Sixième question.

Étudier, au point de vue historique et au point de vue dogmatique, la nature et les effets des traités de garantie, et spécialement des traités qui ont pour objet la garantie, par un ou plusieurs États, du territoire, de l'indépendance de la neutralité d'un autre État.

La valeur des médailles d'or présentées comme prix sera de *mille francs* pour les troisième, quatrième et sixième questions; de *huit cents francs* pour la première, et de *six cents francs* pour les deuxième et cinquième.

Les mémoires devront être écrits lisiblement et pourront être rédigés en français, en flamand ou en latin. Ils devront être adressés, francs de port, avant le 1^er^ février 1890, à M. J. Liagre, secrétaire perpétuel, au palais des Académies.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations et demande, à cet effet, que les auteurs indiquent les éditions et les pages des livres qu'ils citent

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage, ils y inscriront seulement une devise, qu'ils reproduiront dans un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse. Faute par eux de satisfaire à cette formalité, le prix ne pourra leur être accordé.

Les ouvrages remis après le temps prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître, de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que, dès que les mémoires ont été soumis à son jugement, ils sont et restent déposés dans ses archives. Toutefois les auteurs peuvent en faire prendre des copies à leurs frais, en s'adressant, à cet effet, au secrétaire perpétuel.

PRIX PERPÉTUELS.

PRIX DE STASSART POUR UNE NOTICE SUR UN BELGE CÉLÈBRE.

(Septième période : 1887-1892.)

La Classe des lettres offre un prix de *mille francs* à l'auteur de la meilleure notice écrite en français, en flamand ou en latin, consacrée à la vie et aux travaux de *Lambert Lombard*, peintre et architecte à Liège (1506-1566).

Le délai pour la remise des manuscrits expirera le 1er février 1892.

Les concurrents se conformeront aux conditions réglementaires, données ci-dessus, des concours annuels de l'Académie.

GRAND PRIX DE STASSART POUR UNE QUESTION D'HISTOIRE NATIONALE.

(Sixième période : 1889-1894.)

La Classe des lettres offre, pour la sixième période de ce concours, un prix de *trois mille francs* à l'auteur du meilleur travail rédigé en français, en flamand ou en latin, en réponse à la question suivante :

Faire l'histoire du conseil privé au Pays-Bas, à partir de son origine jusqu'en 1794; examiner les attributions de ce corps, ses prérogatives et sa compétence en matière politique, d'administration et de justice.

Le délai pour la remise des manuscrits expirera le 1er février 1894.

Les concurrents devront se conformer aux conditions réglementaires, données ci-dessus, des concours de l'Académie.

PRIX DE SAINT-GENOIS POUR UNE QUESTION D'HISTOIRE OU DE LITTÉRATURE EN LANGUE FLAMANDE.

(Troisième période : 1888-1897.)

La Classe des lettres offre, pour la troisième période de ce concours, un prix de *mille francs* à l'auteur du meilleur travail, rédigé en flamand, en réponse à la question suivante :

Caractériser l'influence exercée par la Pléiade française sur les poètes néerlandais du XVIe et du XVIIe siècle.

Le délai pour la remise des manuscrits expirera le 1er février 1897.

Les concurrents devront se conformer aux conditions réglementaires, données ci-dessus, des concours de l'Académie.

PRIX TEIRLINCK POUR UNE QUESTION DE LITTÉRATURE FLAMANDE.

(Troisième période : 1887-1891.)

Un prix de *mille francs* sera accordé au meilleur ouvrage en réponse à la question suivante :

Faire l'histoire de la prose néerlandaise avant Marnix de Sainte-Aldegonde.

Le terme fatal pour la remise des manuscrits, qui peuvent être rédigés en français, en flamand ou en latin, expirera le 1er février 1891.

Les concurrents devront se conformer aux conditions réglementaires, données ci-dessus, des concours de l'Académie.

PRIX JOSEPH DE KEYN.

Cinquième concours. (Première période : 1887-1888.)

Enseignement primaire.

La Classe des lettres rappelle que la « première période du cinquième concours annuel » pour les prix Joseph De Keyn sera close le 31 décembre 1888. Tout ce qui a rapport à ce concours doit être adressé, avant cette date,

à M. J. Liagre, secrétaire perpétuel (au palais des Académies).

Cette période, consacrée à l'enseignement du premier degré, comprend les ouvrages d'instruction ou d'éducation primaire.

Peuvent prendre part au concours : les œuvres inédites, aussi bien que les ouvrages de classe ou de lecture qui auront été publiés du 1^{er} janvier 1887 au 31 décembre 1888.

Conformément à la volonté du fondateur, ne seront admis au concours que des écrivains belges et des ouvrages conçus dans un esprit exclusivement laïque et étrangers aux matières religieuses.

Les ouvrages pourront être écrits en français ou en flamand, imprimés ou manuscrits. Les imprimés seront admis quel que soit le pays où ils auront paru. Les manuscrits pourront être envoyés signés ou anonymes : dans ce dernier cas, ils seront accompagnés d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur et son domicile.

Une somme de 3,500 francs pourra être répartie entre les ouvrages couronnés par le jury.

Les travaux manuscrits qui sont soumis à ce concours demeurent la propriété de l'Académie, mais les auteurs peuvent en faire prendre copie à leurs frais.

Tout ouvrage manuscrit qui sera couronné devra être imprimé pendant l'année courante, et le prix ne sera délivré à l'auteur qu'après la publication de son ouvrage.

La Classe des lettres jugera le concours sur le rapport d'un jury de sept membres, élu par elle, dans sa séance du mois de janvier de l'année 1889.

PRIX CASTIAU.

(Troisième période, 1887-1889.)

La Classe rappelle que la troisième période du prix Adelson Castiau sera close le *31 décembre 1889*.

Ce prix, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné à l'auteur du meilleur travail belge, imprimé ou manuscrit :

Sur les moyens d'améliorer la condition morale, intellectuelle et physique des classes laborieuses et des classes pauvres.

Règlement.

Art. 1er. Ne seront admis au concours Castiau que des écrivains belges.

Art. 2. Seront seuls examinés les ouvrages soumis directement par les auteurs au jugement de l'Académie.

Art. 3. Ces ouvrages pourront être rédigés en français ou en flamand. Les manuscrits seront reçus comme les imprimés. S'ils sont anonymes, ils porteront une devise qui sera répétée sur un billet cacheté contenant le nom et le domicile de l'auteur.

Art. 4. Le jury se composera de trois commissaires délégués par la Classe des lettres de l'Académie. Il n'y aura qu'un seul prix.

Art. 5. Si le concours demeure sans résultat, la somme restée disponible s'ajoutera au capital primitif.

Art. 6. Le nom du lauréat sera proclamé dans la séance publique de la Classe des lettres.

ART. 7. Tout ce qui concerne le concours devra être adressé à M. le secrétaire perpétuel de l'Académie, avant le 31 décembre 1889.

ART. 8. Si l'ouvrage couronné est inédit, il devra être imprimé dans l'année.

Le prix ne sera délivré au lauréat qu'après la publication de son travail.

ART. 9. Les manuscrits envoyés au concours deviennent la propriété de l'Académie (art. 24 du règlement général).

RAPPORTS.

Sur les conclusions des rapports de MM. Wauters, Piot et Stecher, la Classe vote l'impression dans le recueil des *Mémoires* in-8°, d'un travail de M. Édouard Mailly, membre de la Classe des sciences, et portant pour titre : *La Société de littérature de Bruxelles (1800-1823)*.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

— M. de Harlez donne lecture d'un travail intitulé : *Les croyances religieuses des premiers Chinois.*

La Classe décide l'impression de ce travail dans le recueil des *Mémoires* in-8°.

Le huitième centenaire de l'Université de Bologne; relation par M. Ch. Loomans, membre de l'Académie.

Délégué par la Classe des lettres au huitième centenaire de l'Université de Bologne, je vous dois quelques mots de compte rendu de cette solennité.

Ce qui la distinguait avant tout et de prime abord a frappé tout le monde, c'est son caractère d'universalité. Des professeurs, des savants de tous pays et de toute langue se sont rendus à Bologne, guidés par une sorte de piété filiale, pour rendre hommage à la *Mère des sciences.*

Jadis, c'étaient des milliers d'étudiants d'en deçà et d'au delà des monts qui accouraient à l'école de Bologne pour y puiser la science. Aujourd'hui, ce sont les innombrables délégués, d'en deçà et d'au delà des mers, qui lui apportent le tribut de leur reconnaissance.

Le roi d'Italie, la reine, le prince royal étaient arrivés, le 10 juin, dans la cité Émilienne. Dès le lendemain, les nombreuses députations des Universités et des Académies eurent l'honneur d'être invitées à une soirée de la Cour, par ordre de LL. MM., qui leur firent un accueil aussi cordial que gracieux.

Le 12 juin était le jour fixé pour la fête commémorative. A 7 heures du matin, les députations, la plupart en robes de toute forme et de toute couleur, se rendent à l'Université où elles sont reçues par le recteur et le corps professoral. Le cortège se forme par ordre de nationalité, il débouche de l'Université et s'avance lentement vers le palais de l'Archigymnase, le long des portiques bordant des deux côtés les rues qui y conduisent.

Le beau ciel d'Italie semble lui sourire; les couleurs de toutes les nations mêlées aux bannières de nombreuses corporations flottent au vent; les palais somptueux et les modestes maisons ont revêtu leur habits de fête; la population tout entière est en liesse.

Sur tout le parcours des *evviva* répétés sans cesse par des milliers de voix, au passage des délégués de chaque nationalité. La famille royale, du palais qu'elle habite, assiste au défilé et remercie les groupes qui passent sous ses yeux et la saluent respectueusement. Au palais Pizzardi, non loin des tours penchées, de belles et gracieuses spectatrices, héritières sans doute des Novella d'Andrea, Clotilde Tambroni, Laura Bassi, du haut des balcons où elles sont debout, nous jettent de petites branches de chêne et de laurier.

Un grand nombre des nôtres, les plus jeunes, je crois, en ornent leur toge professorale.

La superbe cour du palais de l'Archigymnase, érigé à la science par Pie IV d'après les plans de Terribilio, avait été transformée en une immense salle de réunion. Un voile à bandes blanches et rouges, aux armes de Bologne, s'agite au vent et la recouvre tout entière.

Les deux portiques superposés qui l'entourent, ornés d'écussons de fleurs et de guirlandes de verdure, sont remplis de spectateurs. Vis-à-vis de l'entrée, une estrade destinée à la famille royale. En avant, à droite et à gauche, se rangent le corps professoral de Bologne et la longue suite des députations des universités, des académies et des étudiants. Le Roi, la Reine, le prince royal, avec une suite nombreuse où on remarque le prince de Solms, ambassadeur d'Allemagne, et M. Boselli, ministre de l'instruction publique d'Italie, font leur entrée dans la salle

aux acclamations de l'assistance, pendant que l'orchestre joue la marche royale. Une cantate, mise en musique par le baron Franchetti, est exécutée aussitôt sous la direction de ce maître.

Le recteur Capellini ouvre la série des discours. Il dit quelques mots au sujet de la fête. Il remercie le Roi qui en a accepté le patronage et l'honore de sa présence, et il présente à S. M. « les délégués de toutes les Universités et des principales Académies du monde. »

M. Boselli, ministre de l'instruction publique, se lève ensuite et salue l'assemblée au nom du Roi. Il rend un hommage éloquent à l'antique Université et à tout ce qu'elle a fait pour l'enseignement et pour la science. Il insiste sur l'initiative féconde prise par les maitres et les élèves de Bologne, dans tous les domaines du savoir, dans les sciences philologiques, morales, juridiques et politiques, comme dans les sciences mathématiques, physiques, chimiques et biologiques; et il rappelle avec une juste fierté les noms d'Irnerius, de Gratien, de Pierre des Vignes, de Cieco d'Ascoli, de Manfredi, de Benvenuto Cavalieri, de Copernic, de Volta, de Galvani, de Malpighi et de tant d'autres, immortalisés par l'histoire.

Le recteur reprend la parole pour donner lecture d'un télégramme qu'il vient de recevoir de l'empereur d'Allemagne. Le magnanime Frédéric III saluait l'Université de Bologne de son lit de douleur, quatre jours avant sa mort! M. Capellini communique, en outre, des lettres de l'empereur du Brésil, du roi de Suède et de Norwège et du roi de Danemark, exprimant leurs regrets de ne pouvoir assister à la fête.

M. Carducci, professeur de littérature à l'Université et poète lui-même, succède au recteur et retrace à grands

traits l'histoire de l'École de Bologne, depuis son origine jusqu'à nos jours.

Il montre la part qui lui revient dans le progrès de la civilisation en Italie et dans le monde. Son discours est l'œuvre d'une érudition patiente unie à un ardent patriotisme et animé de je ne sais quel souffle poétique.

Le moment était venu où les députations de l'Italie et de l'étranger allaient joindre leur voix à ce concert d'éloges.

Elles étaient si nombreuses et le temps était si court! Aussi avait-il été décidé, la veille au soir, que chaque nationalité désignerait un des siens pour parler en son nom pendant trois minutes, au plus. C'est ce qui eut lieu, en effet. Chaque groupe de délégués de l'Europe, des deux Amériques, de l'Inde, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, s'avance tour à tour dans l'enceinte réservée près de l'estrade, au milieu de l'enthousiasme indescriptible de l'assistance. Un même sentiment d'admiration et de gratitude pour le *Bononia docens*, exprimé de mille manières en des idiomes différents, se reflète dans la longue série des discours. De nombreuses adresses apportées par les députations sont remises entre les mains du recteur.

Nous étions huit venus de Belgique : MM. Renard et Loomans de l'Académie royale; M. Vollgraff, délégué par l'Université de Bruxelles; MM. Dubois et Fredericq, par l'Université de Gand; MM. Gilon et de Senarclens, par l'Université de Liège, et M. Nyssens, par l'Université de Louvain.

Mes collègues des quatre Universités, m'avaient fait l'honneur de me désigner pour prendre la parole en leur nom. Lorsque notre tour fut venu, nous nous avançâmes près de l'estrade dans l'enceinte réservée où je prononçai l'allocution suivante :

« Sire, Madame, Monseigneur, Mesdames, Messieurs, l'Académie royale de Belgique, l'Université libre de Bruxelles, l'Université de Gand, l'Université de Liège, l'Université catholique de Louvain, au nom desquelles j'ai l'honneur de prendre la parole, s'associent d'un commun accord à cette fête de l'intelligence.

» Chose sans exemple dans les fastes universitaires, un même sentiment d'admiration pour un passé illustre et d'attente d'un glorieux avenir anime les représentants des Universités de l'Italie, de l'Europe, du monde entier, présents à cette fête.

» Il devait en être ainsi. N'est-ce pas de ce foyer qu'ont rayonné, au loin, ces doctrines de droit romain et de droit canon, produits de deux civilisations qui ont marqué de leur empreinte la législation de la plupart des peuples de l'Europe?

» Puis, que de découvertes célèbres dans le domaine des sciences mathématiques, physiques et biologiques faites à Bologne et dont les générations présentes recueillent les fruits!

» La Belgique a contracté envers cette illustre Université une dette particulière de reconnaissance. Depuis plus de deux siècles et demi, elle envoie chaque année quelques-uns de ses enfants au collège flamand de Bologne pour les former aux enseignements de la *Mère des sciences.*

» Ce que l'Université de Bologne a fait dans le passé, elle le fera dans l'avenir. Elle continuera ses glorieuses traditions et cette course hardie vers les terres inconnues, chantée par l'immortel poète, en se souvenant de son fier langage :

» Guardate la vostra semenza
» Non foste fatti a viver come bruti,
» Ma a seguir virtute a cognocenza. »

La séance fut terminée par un discours latin du professeur Gandino, qui, dans un langage d'une ampleur cicéroniennne, offrit les remerciements de l'Université de Bologne aux savants illustres et aux professeurs éminents venus non seulement de l'Italie, mais de l'Europe entière et des extrémités de la terre pour rendre hommage à *l'alma studiorum mater*, et relever par leur présence l'éclat de sa fête. M. Gandino finit par inviter l'assemblée à s'associer aux vœux qu'il forma pour la prospérité de la république universelle des lettres et pour une paix durable où les peuples, après l'apaisement des discordes présentes, n'auraient d'autre rivalité que celle de la vertu et de l'intelligence.

Le lendemain, 13 juin, c'était la fête des honneurs académiques.

Nous eûmes la joie, mes collègues et moi, d'entendre proclamer MM. Rivier et Thonissen docteurs de la Faculté de droit de l'Université de Bologne. Le jour même, le télégraphe leur annonça cette nouvelle.

Je ne vous ai rien dit des fêtes qui ont précédé et suivi les solennités universitaires : réception à la gare, inauguration de la statue équestre du roi Victor-Emmanuel, illumination grandiose de la Montagnola, concert original de mandolines par de nombreux étudiants en costume du XV^e^ siècle, promenade aux flambeaux, banquets et spectacles, etc. L'Université de Bologne vous enverra un compte rendu complet de son anniversaire huit fois séculaire. J'ajouterai seulement que le chœur des Muses tout entier s'est mis de la partie. Le professeur Richard Jebb, de Glasgow, entre autres, a retrouvé sur les bords de la Clyde, la lyre de Pindare pour chanter les gloires de la μᾶτερ ἀρχαία σοφιάς.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 5 juillet 1888.

M. Alex. Robert, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. le chevalier L. de Burbure, Ad. Samuel, Godfr. Guffens, Joseph Schadde, Th. Radoux, Joseph Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, Charles Verlat, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Jos. Stallaert, J. Rousseau, *membres;* et J.-B. Meunier, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend, avec un vif sentiment de regret, la perte qu'elle vient de faire en la personne de l'un de ses associés de sa section des sciences et des lettres dans leurs rapports avec les beaux-arts, M. C. Vosmaer, de la Haye, décédé à Territet-sur-Montreux le 12 juin dernier, à l'âge de 62 ans.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports suivants :

1° de la Commission pour les prix de Rome, sur les modifications proposées au règlement des grands concours de peinture, de sculpture, de gravure et d'architecture;

2° de la Commission pour l'enseignement des arts appliqués à l'industrie.

Ces deux rapports sont approuvés par la Classe, et seront transmis à M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Nève (*Félix*). — Quelques récentes publications de littérature arménienne. Louvain, 1888; extr. in-8° (8 p.).

Bambeke (*Ch. Van*). — Rapport de la Commission qui a examiné le travail de M. le D[r] J. Denys, à Louvain, intitulé : Note préliminaire sur la structure de la rate et sur la destruction de globules rouges qui s'opère normalement à l'intérieur de cet organe. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (4 p.).

Smets (*l'abbé Gérard*). — Aachenosaurus Multidens, reptile fossile des sables d'Aix-la-Chapelle. Hasselt, 1888; in-8° (25 p. et 1 pl.).

Beltjens (*Gustave*). — Les cultes au point de vue de la Constitution belge. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (55 p.).

Ferron (*Eug.*). — Die schiefen Gewœlbe. Luxembourg, 1883; extr. in-8° (22 p., fig.).

— Applications de la géométrie descriptive. Les ombres de la niche. Luxembourg, 1868; in-4° (6 p., fig.).

Swarts (Th.). — Précis de chimie générale et descriptive exposée au point de vue des doctrines modernes, 3e éd., tomes I-III. Gand, 1887-88; 3 vol. in-8°.

Clesse (Antoine). — Nouvelles chansons et poésies. Mons, 1888; vol. in-8°.

Beetmé (G.). — Anvers, métropole du commerce et des arts, 2e édition, tomes I et II. Anvers, 1887-88; 3 vol. in-8°.

Dumercy (Charles). — Bibliographie de la papeterie. Bruxelles, 1888; in-8° (28 p.).

Feys (E.). — Documents inédits concernant les frères Lauryn et Lernutius. Bruges, 1888; in-8° (68 p.).

Fredericq (Paul). — De « Sporta » en de « Sportula fragmentorum » van den kamerijkschen deken Gillis Carlier, gedrukt te Brussel in de jaren 1478 en 1479. La Haye, 1888; extr. in-8° (30 p.).

Dejardin (A.). — Deuxième supplément à la description des cartes de la province d'Anvers et des plans de la ville, 1re partie. Anvers, 1888; in-8° (236 p.).

Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut. — Mémoires, tome X. Mons, 1888; in-8°

Allemagne et Autriche-Hongrie.

Chauvin (Victor). — Examen des principaux travaux bibliographiques publiés en Belgique en 1887. Leipzig, 1888; extr. in-8° (8 p.).

Verein für vaterländische Naturkunde. — Jahreshefte, 44. Jahrgang. Stuttgart, 1888; in-8°.

Naturforschender Verein, Brünn. — Verhandlungen, 1886. — V. Bericht der meteorologischen Commission. In-8°.

K. bayer. botan. Gesellschaft, Regensburg. — Flora, 1887. In-8°.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. — Abhandlungen, Band XV, 2. Francfort-sur-le-Main; in-4°.

Verein für Geschichte und Alterthum Schlesiens. — Codex diplomaticus Silesiæ. Tafeln zu Band XII; Band XIII. Zeitschrift, 22. Band. Breslau.

Zool.-botan. Gesellschaft, Wien. — Verhandlungen, Band XXXVIII. vol. in-8°.

Casopis... matematiky a fysiky, XVII. Prague, 1887; in-8°.

Amérique.

Marcou (Jules). — American geological classification and nomenclature. Cambridge, 1888; in-8° (75 p.).

Perez (Norberto). — ¡ 12894 ! Tésis para optar al grado de doctor en medicina y cirujia. Buenos-Aires, 1888; in-8° (116 p.).

Iowa weather service. — Report : fourth quarterly number for 1881; first and third quarterly numbers for 1883; four numbers for 1886. — Second biennal report of the central station. Des Mondes, 1882-87; 5 br. in-8°.

Peabody institute of Baltimore. — Report for 1888. In-8°.

Italie.

Lucchini (Luigi). — Camera dei deputati progetto del codice penale per il regno d'Italia, volume I-III, Rome, 1887; 3 vol. in-4°.

Giovanni (V. di). — Giordano Bruno e le fonti delle sue dottrine. Palerme, 1888; in-8° (181 p.).

Pasquier (Ern.). — Notice sur les travaux de Théodore d'Oppolzer avec la liste complète de ses publications. Rome, 1888; extr. in-4° (44 p.).

Luvini (Jean). — Contribution à la météorologie électrique. Turin, 1888; in-8° (100 p.).

Bertelli (Timoteo). — Di alcune teorie e ricerche elettrosismiche antiche e moderne. Rome, 1888; extr. in-4° (94 p.).

Zanon (G.). — La teorica dei liquidi del sig. P. De Heen adattati ai principi dell' ilemorfismo. Venise, 1888; in-8° (28 p.).

Zanon (*G.*). — Principii di fisica secondo la dottrina dell' ilemorfismo moderno, seconda edizione. Venise, 1888; vol. in-8° (300 p.).

Accademia delle scienze di Torino. — Memorie, tomo XXXVIII. In-4°.

Pays-Bas.

Kluyver (*A.*). — Woordenboek der nederlandsche taal, 3de reeks, 12de aflev. La Haye, 1888; in-8°.

Verwijs (*E.*) en *Verdam* (*J.*). — Middelnederlandsch woordenboek, 2de deel, 13e en 14e aflevering. La Haye, 1888; in-8°.

Nederlandsche Museum van Oudheden te Leiden. — Aegyptische Monumenten, 29e aflevering. Leyde, 1888; in-folio.

Société hollandaise des sciences à Harlem. — OEuvres complètes de Christiaan Huygens, tome I. La Haye, 1888; vol. in-4°.

Genootschap van kunsten en wetenschappen in Noord-Brabant. — Handelingen, 1886-1888. Bois-le-duc, 1888; in-8°.

Pays divers.

Academia de ciencias morales y politicas. — El problema de la emigracion (Cristobal Botella). — Estudio sobre la carestia de subsistencias (Beniton Cervigon y Lerin). — Doctrinas juridicas de santo Tomas de Aquino (Fr. de Henestrosa y Boza). Madrid, 3 vol. in-8°.

Tifliser physikalisches Observatorium. — Meteorologische Beobachtugen, 1886; in-8°.

Musée ethnographique, Moscou. — Description systématique de la collection Daschkoff, 1er fasc. Moscou, 1887; in-8°.

Institut genevois. — Bulletin, tome XXVIII. Genève. 1888; in-8°.

Société helvétique des sciences naturelles. — Nouveaux mémoires, XXX, 1. Zurich; in-4°.

TABLE DES MATIÈRES.

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance du 30 juin 1888.*

Félicitations à M. Brialmont pour sa promotion au grade de grand-cordon de l'Ordre de Léopold. 2

Correspondance. — Envoi à l'appréciation : 1° d'une demande de subside adressée au Gouvernement par M. É. de Munck; 2° d'un rapport de M. Julin sur les travaux du congrès de l'Association britannique, en 1887. — Remerciements de M. Donders pour les félicitations de l'Académie à l'occasion de son 70e anniversaire. — L'Association britannique annonce que sa 58e session s'ouvrira à Bath, en 1888. — Hommages d'ouvrages. — Travaux soumis à l'examen. . . . . *ib.*

Bibliographie. — *Aachenosaurus Multidens, reptile fossile des sables d'Aix-la-Chapelle* (*Gérard Smets*); note par P.-J. Van Beneden . . . 4

Rapport de MM. Folie et Wauters sur l'unification du calendrier proposée par l'Académie royale des sciences de l'Institut de Bologne 5, 9

Rapport de MM. Liagre et Houzeau sur un travail de M. Niesten concernant l'aspect physique de Mars pendant l'opposition de 1888 . . . . . . 10, 12

Rapports de MM. Spring, Stas et Houzeau sur un travail de M. Fievez concernant l'origine optique des raies spectrales 13, 14, 15

Rapports de MM. Catalan, Le Paige et Mansion sur un travail de M. J. Beaupain concernant quelques formules de calcul intégral 15, 19

Rapport de M. P. Mansion sur un travail de M. E. Goedseels concernant la longueur d'une ligne 20

Rapport de M. P.-J. Van Beneden sur un projet de création d'un aquarium marin à Ostende, par M. Ferd. de Stuers 24

Rapports de MM. Van Bambeke et J.-B. Masius sur un travail de M. le Dr Vanlair concernant la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs 25, 28

Communications et lectures. — *Note sur un coup de foudre qui a frappé l'Observatoire le 23 juin 1888* ; par F. Folie 28

Sur les moyens d'évaluer et de combattre l'influence de la capillarité dans la densimétrie; par G. Van der Mensbrugghe. 31

Sur la réaction chimique des corps à l'état solide ; par W. Spring . . . 43

Pourquoi les rails en service se rouillent moins vite que les rails au repos ; par W. Spring 47

Note sur l'éclat métallique ; par W. Spring 53

Détermination des variations que le coefficient de frottement des solides éprouve avec la température ; par P. De Heen 57

Recherches sur l'action du pneumogastrique et du grand sympathique sur la sécrétion urinaire; par J.-B. Masius 62
Sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1888; par L. Niesten 76
Nouvelles recherches sur l'origine optique des raies spectrales, en rapport avec la théorie ondulatoire de la lumière; par Ch. Fievez. 81
De la longueur d'une ligne; par le lieutenant E. Goedseels.. 86
Sur la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs; par C. Vanlair. . 93

CLASSE DES LETTRES. — *Séance du 2 juillet 1888.*

Félicitations à MM. Thonissen et Rivier pour leur nomination de docteurs *honoris causa* de l'Université de Bologne 111
Correspondance. — Annonce de la mort de M. J. Nolet de Brauwere van Steeland. M. Roersch désigné pour faire la notice du défunt. — Approbation royale de l'élection de MM. de Harlez et Vanderkindere — Travail de M. Zanardelli envoyé à l'examen. — Envoi et hommage d'ouvrages . . . . *ib.*
Bibliographie. — *Giordano Bruno e le fonti delle sue doctrine* (*V. di Giovanni*); note par M. Le Roy 114
Documents inédits concernant les frères Lauryn et Lernutius (*E. Feys*); note par L. Roersch 117
Concours annuel. — Programme pour 1890 118
Prix perpétuels. — Programmes 120
Rapports. — Lecture des rapports faits par MM. Wauters, Piot et Stecher sur un travail de M. Mailly intitulé : *La Société de littérature de Bruxelles* (*1800-1823*) 125
Communications et lectures. — *Les croyances religieuses des premiers Chinois*; lecture destinée au recueil des Mémoires in-8°, par Ch. de Harlez. *ib.*
Le huitième centenaire de l'Université de Bologne; relation par Ch. Loomans 126

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance du 5 juillet 1888.*

Correspondance. — Annonce de la mort de M. C. Vosmaer, associé . . . 132
Rapports. — Communication au Ministre des rapports : 1° sur les modifications proposées au règlement des grands concours de peinture, de sculpture, de gravure et d'architecture; 2° de la Commission pour l'enseignement des arts appliqués. 133
Ouvrages présentés . . . . *ib.*

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

58e année, 3e série, tome 16

N° 8.

ERRATA.

BULLETIN, avril 1888, tome XV, page 670, ligne 9, au lieu de : *Robert Keith*, lisez : *Jacques Melvill.*

Au renvoi. Au lieu de : *un frère de Robert Keith*, lisez : *un frère de Jacques Melvill.*

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, ETC.,

ET DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE,

Rue de Louvain, 108

1888

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1888. — N° 8.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 4 août 1888.

M. Crépin, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, Gluge, G. Dewalque, H. Maus, E. Candèze, Ch. Montigny, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, Alf. Gilkinet, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* A. Renard, P. De Heen, C. Le Paige, Ch. Lagrange et L. Errera, *correspondants.*

M. Catalan écrit pour s'excuser de ne pouvoir assister à la séance.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un profond sentiment de regret la perte qu'elle vient de faire en la personne de l'un des membres titulaires de la section des sciences mathématiques et physiques, M. Jean-Charles Houzeau, décédé à Schaerbeek, le 12 juillet dernier, à l'âge de 68 ans.

M. le directeur, après avoir rendu hommage à la mémoire du défunt, propose de voter des remerciements à M. Liagre pour le discours qu'il a prononcé lors des funérailles. Ce discours sera inséré au *Bulletin* de la séance. — Approuvé.

Une lettre de condoléance sera adressée à Mme veuve Houzeau.

M. Liagre accepte la mission d'écrire pour l'*Annuaire* la notice biographique de M. Houzeau.

— M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics communique une lettre adressée à son collègue du Département des Affaires étrangères par M. A. Charlier, consul général de Belgique à Batavia, *sur le récent tremblement de terre de l'île de Bali.* — Commissaire : M. Renard.

— Le congrès des Américanistes fait savoir que sa septième session se tiendra à Berlin, du 2 au 5 octobre prochain.

— Le comité d'organisation pour la célébration du 70^{e} anniversaire de M. le D^{r} Donders, à Utrecht, offre un exemplaire en bronze de la médaille frappée à l'occasion de cette solennité. — Remerciements.

— M. le directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles adresse, au nom de cet établissement, *la Faune du calcaire carbonifère de la Belgique*, 6^{e} partie. *Brachiopodes*, par Laurent-Guillaume de Koninck. Cet ouvrage forme le tome XIV^{e} des *Annales du Musée.*

L'Australian Museum de Sydney offre un exemplaire de ses catalogues suivants :

Catalogue of the Echinodermata, Part 1, Echini;

Catalogue of the australian Stalk- and Sessile-eyed Crustacea;

Catalogue of a Collection of fossiles;

Catalogue of the australian hydroid zoophytes;

Descriptive catalogue of the general collection of minerals;

Descriptive catalogue of the australian Seas. — Remerciements.

— Hommages d'ouvrages :

1° a) *Notes sur quelques roches du Pic du Teyde (Ténériffe)*; b) *La reproduction artificielle des roches volcaniques;* par A. Renard;

2° *Die Entwicklung des menschlichen Nagels;* par A. Kölliker, associé;

3° *Recherches sur le développement de l'épiphyse;* par P. Francotte. (Présenté par M. Éd. Van Beneden.)

4° *Sur l'influence du frottement et des actions mutuelles intérieures dans les mouvements périodiques d'un système;* par E. Ronkar;

5° *Sur la théorie des formes algébriques à un nombre quelconque de variables;* par Jacques Deruydts;

6° a) *Au Congo et au Kassaï;* b) *Le Kassaï et la Louloua de Kwamouth à Louebo, levés à bord du steamer « Stanley »;* par le capitaine Thys;

7° *L'agrandissement des astres à l'horizon;* par Georges Lechalas. — Remerciements.

— Sur la demande de MM. Dewilde et Reychler, la Classe procède à l'ouverture de leur billet cacheté déposé dans la séance du 7 novembre 1885, *Sur l'action de l'iode sur les acides gras non saturés.*

M. le directeur donne lecture du contenu de ce billet, auquel les auteurs désirent ajouter quelques faits nouveaux pour en faire un travail d'ensemble qu'ils se proposent de soumettre à l'appréciation de l'Académie.

Ce billet sera communiqué à MM. Stas et Spring, nommés commissaires pour une note de ces deux auteurs *Sur la transformation de l'acide oléique en acide gras saturé.*

Les travaux manuscrits suivants sont également envoyés à l'examen de commissaires :

1° *Note sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie;* par Eric Gérard. — Commissaires : MM. Spring et Candèze;

2° *De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de Lyrae faites à l'Observatoire de Washington;* par L. Niesten. — Commissaires : MM. Folie et Liagre;

3° *Explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne;* première communication, par J. Fraipont et F. Tihon : La Grotte du Docteur. — Commissaires : MM. Dewalque, Briart et P.-J. Van Beneden.

RÉSULTAT DU CONCOURS ANNUEL POUR 1888.

M. le secrétaire perpétuel fait savoir qu'aucune des six questions inscrites au programme de concours de l'année actuelle n'a donné lieu à une réponse.

Le délai pour la remise des manuscrits expirait le 1er août.

Discours prononcé aux funérailles de J. C. Houzeau, membre de l'Académie; par J.-B.-J. Liagre, secrétaire perpétuel.

Messieurs,

Lorsque l'Académie vient à perdre un de ses membres, il est d'usage que le directeur en fonction, parlant au nom de ses confrères, se charge de rendre un dernier hommage à la mémoire du défunt. Si, dans la circonstance présente, c'est le secrétaire perpétuel qui porte la parole, il est redevable de ce douloureux honneur à une délicate attention du directeur de la Classe des sciences. Sachant que, depuis près d'un demi-siècle, j'étais uni à Houzeau par les liens d'une amitié fraternelle, solide, inaltérable, M. Crépin m'a cédé le privilège d'être aujourd'hui l'interprète de l'Académie. C'est donc au nom de ce corps savant que je viens, en quelques paroles, résumer l'admirable carrière du confrère bien-aimé que la mort vient de nous enlever.

Jean-Charles Houzeau de Lehaie naquit à Mons, le 7 octobre 1820. Après avoir fait, au collège de cette ville, de brillantes études humanitaires, il vint à Bruxelles, à l'âge de 18 ans, pour y suivre les cours de l'Université libre; mais il n'y prit aucun grade académique. Esprit chercheur, original, indépendant, il faisait marcher de front les études scientifiques, politiques et sociales, et ne put s'astreindre à la discipline universitaire.

Dès l'âge de 19 ans, nous voyons déjà le jeune écrivain s'essayer à voler de ses propres ailes, et livrer à la publicité son premier travail, une étude sur les turbines, leur construction et le calcul de leur puissance. En même temps, il fournit à plusieurs journaux de Bruxelles, notamment à l'*Émancipation* et au *National*, des articles destinés à vulgariser les applications scientifiques nouvelles. On sait que le talent de vulgarisateur resta toujours plus tard une de ses qualités maîtresses.

A l'époque où il se trouvait encore sur les bancs du collège, Houzeau manifestait déjà un goût prononcé pour l'astronomie; il s'était même créé de ses propres mains un petit observatoire. A partir de 1843, nous le voyons entrer résolument dans la carrière, et publier coup sur coup des mémoires sur les étoiles filantes périodiques, les comètes, la lumière zodiacale et l'aberration de la lumière. Il fait ensuite des excursions sur le champ de la physique du Globe, de la météorologie et de la climatologie. Ce n'est pas ici le moment de parler en détail de ces différentes œuvres; mais je ne crois pas pouvoir m'abstenir de mentionner, d'une manière toute spéciale, quelques-uns de ses travaux sur la géographie physique et sur la géologie.

En 1854, parut son remarquable *Essai d'une géographie physique de la Belgique, au point de vue de l'histoire*

et de la description du Globe; en 1855 son mémoire *Sur la direction et la grandeur des soulèvements qui ont affecté le sol de la Belgique*; en 1857 enfin, son *Histoire du sol de l'Europe.* Tous ces travaux, où se révèle un admirable talent d'écrivain, sont, sous le rapport du fond comme sous celui de la forme, dignes de la plume de Humboldt.

En 1846, Houzeau avait été nommé aide à l'Observatoire de Bruxelles, et grâce aux beaux instruments dont cet établissement était pourvu, il avait trouvé là toutes les facilités désirables pour se livrer à ses travaux de prédilection. Mais les événements politiques de 1848 vinrent brusquement donner l'essor aux idées de liberté individuelle et d'égalité sociale qui reposaient depuis longtemps dans son esprit, et qui formaient le fond de sa généreuse nature. Ne faisant nul mystère de ses principes démocratiques et de ses aspirations républicaines, il les proclama par la presse, et eut même des relations compromettantes avec des hommes hostiles aux institutions du pays. Le Gouvernement lui fit alors comprendre que certaines manifestations politiques sont incompatibles avec les devoirs du fonctionnaire de l'État, et il dut quitter l'Observatoire en 1849.

Quelques années plus tard, le général Nerenburger, chef du Dépôt de la guerre, fit appel au talent d'observateur de notre confrère, et lui offrit la direction des opérations astronomiques destinées à compléter le réseau géodésique de la carte du pays. Houzeau consentit à coopérer à cette œuvre d'utilité publique, mais avec la stipulation expresse qu'il travaillerait comme simple ouvrier, employé temporairement par le Dépôt de la guerre, et non en qualité de fonctionnaire de l'État. Ce travail dura de 1854 à 1857.

C'est à cette dernière date que Houzeau se rendit aux États-Unis, attiré qu'il était vers ce pays par les libres institutions de la grande république américaine. Dur envers lui-même, méprisant tout confortable, ayant l'habitude de voyager avec autant d'économie que de simplicité, il prit passage sur un vieux bateau à voiles qui faillit faire naufrage pendant la traversée. Il s'établit d'abord au Texas, où il partagea son temps entre l'étude de la nature et certains travaux d'agriculture et d'arpentage. Mais bientôt éclata la guerre de la sécession qui le trouva en plein pays esclavagiste. Suspect à cause de ses opinions anti-esclavagistes, il assista aux plus terribles scènes de la vie d'un peuple, et faillit à diverses reprises être victime de ce drame odieux et sanglant, qu'il a qualifié du nom de *Terreur blanche*. Bloqué dans San-Antonio, privé de toute communication avec l'Europe et même avec le reste de l'Amérique, menacé, sous peine des galères, d'être mis en réquisition pour porter les armes en faveur d'une cause qu'il abhorrait, il put enfin s'évader du Texas au péril de sa vie. Engagé comme charretier, déguisé en roulier mexicain, et conduisant une charrette chargée de balles de coton, il marcha ainsi pendant trente-cinq jours, menacé à chaque instant d'être arrêté. Il parvint enfin à franchir la frontière mexicaine. Il avait la vie sauve, mais il avait dû brûler une grande partie de ses papiers, abandonner ses collections et sacrifier le fruit de quatre années de labeur.

Après un court séjour au Mexique, l'intrépide voyageur se rendit à la Nouvelle-Orléans. C'était au commencement de 1863, et la capitale de la Louisiane, bien que l'autorité fédérale y régnât, n'était cependant pas domptée. Houzeau ne tarda pas à acquérir une grande influence morale dans

le parti noir, et fut placé, comme rédacteur en chef, à la tête du journal anti-esclavagiste : *La Tribune de la Nouvelle-Orléans*. De 1864 à 1868, il y publia, avec une étonnante fécondité, des articles de fond, les uns en anglais, les autres en français, qui formeraient la matière d'une douzaine de volumes. Les questions variées que soulevaient l'émancipation et ses conséquences y sont envisagées sous leurs diverses faces, et traitées avec une véritable supériorité.

Il abandonna la direction du journal en 1870, malgré les offres brillantes qu'on lui fit pour le retenir, et alla s'établir sous le beau ciel de la Jamaïque, où il reprit ses travaux de savant et de colon. Ce fut l'époque la plus calme de son existence.

Houzeau avait été nommé membre de notre Académie en 1856. Ce titre lui fut d'un précieux secours pendant ses pérégrinations en Amérique, et il aimait à rappeler mainte circonstance critique, où son diplôme d'académicien fut pour lui une recommandation bien plus puissante que tous les passeports du monde. Dès son retour en Europe, la Classe des sciences s'empressa de l'élire en qualité de directeur, ce qui lui valut l'honneur de présider l'Académie en 1878. Il obtint le prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques pour la période 1874-1878.

Lorsque la mort de Quetelet vint, en 1874, priver notre Observatoire de son directeur, tous les regards se tournèrent vers Houzeau, qui habitait alors la Jamaïque. La voix publique le désignait; la place de directeur lui revenait, et nul dans le pays n'avait le droit de la lui disputer. Ses amis cependant eurent bien de la peine à le décider à quitter un beau climat, si convenable à son tempérament, à renoncer à sa chère indépendance, à

abandonner la petite famille de nègres qu'il avait réunie autour de lui, et qui le vénérait comme un père. Il céda enfin, revint dans sa patrie, et fut nommé directeur de l'Observatoire en 1876.

Pendant le séjour de dix-sept ans qu'il fit en Amérique, Houzeau s'était constamment tenu en relation scientifique avec son pays. L'Académie et différentes Revues littéraires reçurent de lui de nombreuses communications. C'est de là qu'il fit publier en Belgique, c'est là qu'il prépara plusieurs des ouvrages qui ont le plus contribué à populariser son nom. Je citerai entre autres :

Ses *Études sur les facultés mentales des animaux comparées à celles de l'homme* (1872).

Le ciel mis à la portée de tout le monde (1873).

L'étude de la nature, ses charmes et ses dangers (1876).

Ces différents ouvrages, dans lesquels l'esprit d'observation le plus fin se joint à une remarquable érudition, charment surtout par les qualités du style. La langue de l'écrivain est véritablement la belle langue française du XVIII^e siècle, dans sa claire précision, dans sa riche simplicité. On peut dire que le style y peint l'homme : point de recherche, point d'éclat emprunté, mais de la distinction et de la race. L'expression arrive aussi naturellement que l'idée ; et de ce cerveau si admirablement organisé, la pensée jaillit d'elle-même, toute revêtue de sa forme correcte et de sa couleur harmonieuse.

Je laisse de côté les œuvres de notre confrère qui portent un cachet purement astronomique ; une autre voix que la mienne en parlera tout à l'heure avec compétence, en même temps qu'elle dira comment Houzeau réorganisa et dirigea l'Observatoire à partir de 1876, comment il le quitta en 1883.

Rendu à la vie commune, notre regretté confrère se retira dans cette paisible et modeste habitation, qui fut le témoin de ses derniers travaux et de ses derniers moments. Il y vivait très retiré, ne voyant que quelques amis qui avaient su apprécier les trésors de bonté et de sensibilité cachés sous ses dehors froids et réservés. Il s'y livra presque exclusivement aux études bibliographiques, qui avaient toujours été l'objet de sa prédilection; il était d'ailleurs parfaitement armé pour toute espèce d'œuvre d'érudition, par les innombrables notes qu'il avait prises dans ses lectures, et qu'il avait toujours eu soin de classer avec un ordre, une patience et une méthode admirables.

C'est au milieu de ce travail, dont, en mourant, il a confié la continuation et l'achèvement à son collaborateur M. Lancaster, qu'il a été atteint, il y a cinq mois, d'une maladie intestinale, dont il avait probablement contracté le germe dans les régions malsaines de la zone tropicale. Ce n'est pas à ceux qui ont connu le caractère de Houzeau, que je dois dépeindre le stoïcisme philosophique, la fermeté antique avec lesquels il a supporté la douleur et vu approcher la mort.

Aujourd'hui, l'Académie porte le deuil d'un membre dont elle était fière; la science pleure un des plus purs contemplateurs de la nature; le pays a perdu un de ses plus nobles enfants. C'est en vain que, par une modestie exagérée et regrettable, Houzeau a refusé toutes les distinctions pendant sa vie, tous les honneurs après sa mort. Conformément à sa volonté, rien, pas même une simple pierre, ne signalera le lieu de sa sépulture; mais par ses œuvres, qui resteront, il avait lui-même élevé à sa mémoire un monument impérissable.

RAPPORTS.

Sur les conclusions des rapports de MM. Lagrange, Mansion et Folie, la Classe décide la restitution à M. Ferron de son mémoire *Sur les causes du flux et du reflux de la mer.*

Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture; par A. Petermann.

Rapport de M. Stas.

« Les expériences de culture exécutées dans plusieurs pays ont déjà démontré l'assimilabilité de l'acide phosphorique des scories de déphosphoration des minerais de fer par des plantes à longue végétation. M. le Dr A. Petermann, directeur de la Station agronomique de l'État à Gembloux, s'est proposé de rechercher s'il en est de même des plantes à courte végétation, c'est-à-dire des cultures d'été. Dans ce but, il a institué une série d'essais qu'il a faits dans les conditions décrites dans son travail sur la valeur relative des phosphates, travail inséré dans les Mémoires de l'Académie pour l'année 1878. Ces investigations ont porté spécialement sur le froment d'été et l'avoine d'été. Il a tenu soigneusement compte de la nature du sol, de sa composition et des engrais employés dans ses essais.

Les expériences sont exposées dans le travail soumis à la Classe avec tous les détails nécessaires pour juger du degré de confiance qu'elles méritent. Il résulte des faits, ainsi constatés, que les scories de déphosphoration des minerais de fer ont, pour les deux céréales d'été mises en expérience, une valeur fertilisante égale à celle de l'acide phosphorique contenu dans les phosphates reconnus actuellement assimilables par les plantes. M. Petermann s'abstient avec raison de généraliser ses conclusions pour toutes les cultures.

L'industrie métallurgique du fer et l'agriculture sont également intéressées à la connaissance du travail de M. Petermann; j'ai l'honneur de proposer à la Classe de décider l'impression de ce travail dans les *Mémoires* in-8° de l'Académie et de voter des remerciements à M. le Dr Petermann pour sa communication. »

La Classe a adopté ces conclusions, auxquelles s'est rallié M. Spring, second commissaire.

Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes; par J. Deruyts.

Rapport de M. C. Le Paige.

« Le point de départ de M. J. Deruyts est cette remarque, fort simple, mais qui, néanmoins, semble ne pas avoir été faite :

Soit une forme invariantive la plus générale $I(q', q'', \ldots)$, *satisfaisant, par conséquent, à la condition fondamentale*

$$I(Q', Q'', \ldots) = \delta^p I(q', q'', \ldots),$$

les fonctions Q *représentant ce que deviennent, après la transformation, les fonctions* q.

On aura nécessairement

$$I(\pi', \pi'', ...) = \delta^p I(p', p'', ...)$$

si les π *s'expriment, à l'aide des* p′, *comme les* Q, *à l'aide des* q.

Alors I (p′, p″, ...) *sera une fonction invariante lorsque:*

1° *les quantités comprises dans* p′, p″, ... *s'expriment en fonction entière de quantités analogues à celles qui sont comprises dans* q′, q″, ... ;

2° *les séries de quantités* π′, π″, ... *s'obtiennent, à part une puissance de* δ, *en remplaçant, dans* p′, p″, ... *les quantités* q′, q″, ... *par leurs transformées* Q′, Q″, ...

De là un procédé très général de formation des fonctions invariantes.

Ce procédé n'était connu que dans des cas extrêmement simples et avait néanmoins alors conduit à des résultats importants.

M. Deruyts en déduit un grand nombre de conséquences très intéressantes, qu'il me paraît inutile de reproduire dans ce rapport.

Le travail soumis à l'Académie révèle, une fois de plus, la sagacité et l'esprit généralisateur de notre jeune collègue; aussi est-ce avec grand plaisir que je demande à la Classe de voter des remerciements à l'auteur et de décider l'insertion de sa courte Note dans le *Bulletin* de la séance. »

La Classe a adopté ces conclusions, auxquelles s'est rallié M. Mansion, second commissaire.

Étude de l'action de l'acide chlorhydrique avec la fonte;
par E. Prost.

Rapport de M. Spring.

« M. Prost a entrepris l'étude chimique des résidus d'attaque de la fonte par l'acide chlorhydrique de degrés divers de concentration.

On sait que ces résidus sont plus ou moins abondants selon l'énergie de l'acide, mais on ne possédait aucun renseignement sur leur composition, bien que celle-ci soit de nature à jeter quelque lumière sur la question de la structure chimique, et même physique, des fontes.

Dans la partie du travail qu'il présente aujourd'hui à l'Académie, l'auteur montre dans quelle mesure le résidu de l'attaque augmente quand l'acide a un titre de plus en plus faible : il est environ neuf fois plus considérable avec un acide d'un titre quinze fois moindre; cependant il n'y a pas proportionnalité entre les concentrations et les quantités de résidus.

La composition des résidus varie aussi avec le titre de l'acide. Il est intéressant de constater qu'ils ne sont pas formés exclusivement de matières insolubles dans les acides, comme du graphite, etc., mais qu'ils renferment, chacun, du fer, des carbures de fer, des phosphures, etc.

L'auteur conclut que la fonte est sans doute un mélange d'un grand nombre d'espèces chimiques différentes, dont l'existence n'avait guère été soupçonnée jusqu'ici, et qu'il sera sans doute possible d'isoler plus ou moins complètement en soumettant la fonte à l'action d'acides convenablement choisis, aussi bien sous le rapport de leur concen-

tration que sous celui de leur nature chimique. De la sorte, on pourrait pénétrer assez loin dans la question de la nature chimique des fontes.

M. Prost a trouvé aussi que ces résidus renfermaient tous de l'*hydrogène*, combiné probablement à d'autres éléments que le carbone. Enfin, il signale aussi la présence de composés organiques sulfurés, et il appelle l'attention sur les erreurs dont ces corps doivent avoir été inévitablement cause dans les nombreux dosages de soufre et de carbone exécutés jusqu'à ce jour.

En résumé, le travail de M. Prost contient des faits nouveaux, bien constatés, qui intéresseront certainement les métallurgistes animés du désir de faire l'étude rationnelle de leurs produits. En conséquence, j'ai l'honneur de proposer à la Classe d'ordonner l'insertion du travail de M. Prost dans le *Bulletin* de la séance, et d'engager l'auteur à continuer ses recherches. »

La Classe a adopté ces conclusions, auxquelles s'est rallié M. Stas, second commissaire.

Recherches sur les jeunes Palmiers; par M. Micheels.

Rapport de M. Léo Errera.

« Le travail très étendu et très soigné que M. Henri Micheels adresse à l'Académie est consacré à l'anatomie de jeunes Palmiers en germination : il s'occupe de trente-trois espèces ou variétés, qui appartiennent à vingt et un genres. L'auteur a surtout pour but de montrer que les caractères

anatomiques permettent de distinguer ces végétaux les uns des autres et cela précisément à un âge où les moyens ordinaires de détermination font défaut.

Il commence par un aperçu historique, dans lequel il analyse les travaux de Mohl, de Martius, de Mirbel, de Karsten, de Pfitzer, de Firtsch et de Gehrke.

Martius avait distingué deux modes de germination chez les Palmiers : la *germinatio admotiva,* dans laquelle la jeune plante reste accolée à la graine dont elle est issue, et la *germinatio remotiva,* dans laquelle elle en est plus ou moins écartée. Notre auteur est amené à établir plutôt trois types différents : le type *Phœnix,* le type *Sabal* et le type *Dictyosperma,* qui rappellent, à certains égards, deux des types admis par Klebs pour la germination des Monocotylédones en général (1).

Dans trois chapitres fort détaillés, M. Micheels décrit les jeunes Palmiers de ces trois types. Il s'attache à la structure de la racine principale, de la partie libre du cotylédon et de la section moyenne des premières feuilles germinatives. Quoiqu'il n'examine toutes ces régions qu'au moyen de coupes transversales, les descriptions sont extrêmement minutieuses; peut-être même le sont-elles un peu trop. C'est ainsi que vingt-quatre pages du manuscrit sont consacrées au jeune dattier, si souvent étudié déjà; et beaucoup d'autres espèces sont presque aussi bien partagées. Parmi ces détails, il en est qui ne paraissent justifiés ni par leur nouveauté, ni par le but spécial auquel l'auteur visait.

---

(1) *Beiträge zur Morph. u. Biol. der Keimung,* Untersuch. aus dem bot. Institut in Tübingen. Band I.

Il résulte de divers passages que les descriptions de l'auteur se rapportent en général à des coupes individuelles, prises, comme il dit, pour types, alors qu'il aurait plutôt dû comparer entre elles de nombreuses coupes homologues de la même espèce, afin de nous indiquer les particularités constantes et caractéristiques. On ne sait pas si le nombre de onze lames ligneuses, par exemple, qu'il attribue à telle racine, est fixe ou variable. Je crois, d'après quelques observations fugitives, que le nombre des faisceaux fibro-vasculaires est moins déterminé dans chaque espèce qu'on pourrait le supposer en lisant le mémoire. En somme, ce que l'on est en droit d'attendre d'un observateur aussi habile que M. Micheels, ce n'est pas l'énumération de tout ce qu'il a vu, mais le choix judicieux des détails intéressants. Les matériaux bruts fournis par l'observation sont assurément précieux; mais pour qu'ils soient scientifiquement assimilables, ils doivent subir, qu'on nous passe l'expression, une sorte de digestion intellectuelle.

Le style en général est clair. Parfois seulement l'auteur s'est écarté, sans raisons suffisantes, de la terminologie reçue : ainsi il appelle « base de la racine » ce que l'on est habitué à regarder comme le sommet; il fait entre des « éléments grillagés » et des « tubes cribreux » une distinction difficile à comprendre; il confond la coléorhize et la coiffe, etc. Mais ce sont là des vétilles faciles à corriger. Un point qui me paraît plus important, c'est que la rédaction elle-même n'est pas exempte de longueurs.

Dans son excellente *Phytographie*, Alphonse de Candolle reproche aux anatomistes leur tendance à être verbeux. « Payer et Schacht, dit-il (1) (deux anatomistes plus brefs

(1) *Phytographie*, 1880, pp. 226, 225.

et plus clairs que la moyenne).... auraient pu diminuer leurs volumes d'une grande moitié en donnant exactement les mêmes faits. Ce n'est pas l'emploi de la langue latine qui aurait beaucoup abrégé; c'est plutôt la suppression de certains mots inutiles. Depuis Linné, on doit savoir qu'il est plus commode et plus court de dire : *Cellules ellipsoïdes contiguës* que : *Les cellules sont ellipsoïdes et ne présentent aucun interstice visible;* ou bien : *Faisceaux vasculaires en anneau complet,* au lieu de : *Les faisceaux vasculaires sont disposés en anneau complet.* Je ne veux pas exagérer en supposant des phrases comme celle-ci, qu'on trouve dans beaucoup de mémoires : *Si l'on coupe l'organe transversalement et qu'on l'observe avec un grossissement de quatre-vingts fois seulement, on remarquera des faisceaux vasculaires qui sont disposés en un cercle parfait autour de la moelle.* »

En admettant même que de Candolle soit un peu trop sévère, il est permis de recommander ce passage aux méditations des anatomistes. Ils sont d'ailleurs les premières victimes de leur prolixité, car les meilleures découvertes sont comme noyées sous le flot des détails accessoires ou inutiles.

Le dernier chapitre contient, sous le titre de *Conclusions,* un résumé de tout le travail et des diagnoses anatomiques pour les 21 genres étudiés.

Il s'agit, on le voit, d'une application intéressante de la méthode anatomique à la classification. Depuis les premières recherches de Duval-Jouve en France, de Chalon dans notre pays et de quelques autres, les travaux de ce genre se sont multipliés durant les dernières années et, sans aller aussi loin que Radlkofer, d'après qui le XX^{e} siècle appartiendra à la méthode anatomique, on peut être assuré que le mouvement ne fera que s'accentuer. Nous

assistons aux débuts d'une véritable anatomie systématique. Bientôt sans doute les caractères histologiques pourront trouver place dans les diagnoses des espèces végétales, à côté des caractères extérieurs considérés jusqu'ici d'une manière presque exclusive. Ce sera un progrès. Mais si l'on veut que les efforts actuels ne soient point perdus pour l'œuvre future, il importe de procéder avec ordre et de prendre successivement toutes les espèces d'un même genre, puis tous les genres d'une même tribu et ainsi de suite, pour connaître cet élément essentiel de toute bonne classification : le degré de fixité des caractères que l'on invoque.

C'est ce dont M. Micheels ne paraît pas avoir assez tenu compte. Il n'a examiné qu'un petit nombre d'espèces dans chaque genre, souvent même une espèce unique; on peut se demander si cela suffisait pour établir les diagnoses anatomiques des genres, alors que la vaste famille des Palmiers compte plus de 130 genres et plus de 1,000 espèces. Il a, du reste, vu le danger, puisqu'il dit lui-même vers la fin de son mémoire : « L'étude de nouvelles espèces permettra seule de déterminer quelle valeur on peut attribuer aux caractères *employés.* »

Les conlusions du travail ne doivent donc être regardées que comme provisoires. Mais sous cette réserve, il faut louer hautement l'auteur pour la peine considérable qu'il s'est donnée, pour l'étude minutieuse et ingrate à laquelle il s'est livré. C'est un effort sérieux auquel l'Académie ne voudra pas refuser ses encouragements.

Je n'ai rien dit encore des figures, qui constituent une des meilleures parties du travail. Il y en a une centaine, la plupart exécutées avec beaucoup de soin. Mais, par un oubli inconcevable, le texte ne contient aucun renvoi aux dessins, et comme l'explication des planches fait également

défaut, on se trouve extrêmement embarrassé. Certaines figures paraissent faire double emploi, d'autres ne paraissent pas indispensables; il en est qui se rapportent à des états plus jeunes que ceux dont le texte s'occupe. En revanche, on est étonné de ne voir aucun dessin qui représente la germination complète du *Dictyosperma*, dont l'auteur fait un de ses types.

J'ai donc l'honneur de proposer à l'Académie de voter en principe l'impression du mémoire dans la collection in-4°, à condition que l'auteur le condense notablement et y indique les renvois aux planches, tout en supprimant certaines figures qui ne sont pas tout à fait nécessaires. »

La Classe a adopté ces conclusions, auxquelles s'est rallié M. Gilkinet, second commissaire.

Sur la nature des comètes;
par François Thiry, à Pecq (Tournai).

Rapport de M. Folie.

« Il semble que l'astronomie, l'une des sciences qui exigent les connaissances les plus approfondies en analyse, en mécanique et en physique, ait, de nos jours surtout, le privilège de donner lieu à des élucubrations tout à fait fantastiques de la part d'amateurs qui ne sont cependant pas dépourvus de connaissances variées.

C'est ainsi qu'un amateur allemand démontre, à grand renfort de brochures, que c'est le Soleil qui se meut autour de la Terre, et qu'un Américain démolit l'hypothèse newtonienne de l'attraction universelle. La Belgique, où fleurit malheureusement assez peu l'amour désintéressé des

sciences spéculatives, vient de payer également son tribut à cette manie innocente de démolition, qui n'a, du reste, d'autre effet fâcheux que de faire perdre une couple de quarts d'heure à ceux qui sont mis dans l'obligation de prendre connaissance des arguments invoqués par l'auteur.

Dans le cas actuel, ceux-ci font complètement défaut. Aussi ne puis-je voir sur quels faits il fonde sa conclusion, consistant en ce qu'*une comète n'est que l'image de la Terre, projetée par le Soleil sur les poussières, les astres, et tous les corps que l'image rencontre sur sa route.*

L'auteur ayant entendu parler, sans doute, des relations qui existent entre les comètes et les étoiles filantes, est d'avis que ces dernières doivent s'expliquer de la même façon; il avoue toutefois modestement n'avoir pas encore vérifié les faits pour celles-ci, comme il l'a fait pour les comètes. Si l'Académie ne devait conserver le manuscrit comme pièce de conviction, je lui proposerais de le renvoyer tout simplement à son auteur, sans un mot de commentaire. Il ne me reste donc qu'à en proposer le dépôt aux archives. » — (Adopté.)

Note relative à des photographies d'éclairs;
par M. Prinz, assistant à l'Observatoire royal de Bruxelles.

Rapport de M. Folie.

« Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, M. Prinz expose les résultats auxquels l'a conduit l'examen attentif des photographies qu'il a prises de différents éclairs, et de leur comparaison avec celles qu'il a obtenues de trajectoires de fusées.

Les explications données par M. Prinz des apparences

rencontrées dans ces diverses photographies, comme dans celles de ses devanciers, me paraissent rationnelles et fort claires. Et, la question étant à l'ordre du jour en ce moment, je prie la Classe de bien vouloir ordonner l'insertion de la Note de M. Prinz au *Bulletin* de la séance. » — (Adopté.)

Sur quelques cucurbitacées rares ou nouvelles, principalement du Congo; par Alfred Cogniaux.

Rapport de M. F. Crépin.

« J'ai pris connaissance du travail de M. Cogniaux, et j'estime que ce nouveau mémoire descriptif mérite d'être inséré dans le *Bulletin.* » — (Adopté.)

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. A. Renard donne lecture de la première partie d'un travail sur les *Iles océaniques et leurs relations avec le relief sous-marin.*

M. F. Plateau donne lecture de la quatrième partie de ses *Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes* (1).

La Classe décide l'impression de ces deux communications dans la collection des *Mémoires* in-8°.

---

(1) Voir pour les trois premières parties : *Bulletins,* 3e série, tome X, p. 231; XIV, pp. 407, 545; XV, p. 28.

De l'intensité de la scintillation des étoiles dans les différentes parties du ciel; par Charles Montigny, membre de l'Académie.

Dans un travail récent concernant *l'influence des bourrasques sur la scintillation*, j'ai cité, au sujet de la violente tempête du 8 décembre 1886, les intensités particulières de la scintillation dans les régions du ciel Est, Sud, Ouest et Nord, pendant les soirées où cette tempête sévit sur nos contrées; ces intensités présentèrent, le même soir, des différences marquées dans ces diverses régions (1). De telles inégalités sont-elles exceptionnelles, et faut-il les attribuer exclusivement au trouble atmosphérique sous l'influence duquel elles ont été relevées? Ou bien de semblables différences se présentent-elles aussi en temps ordinaire, soit quand l'air est sec ou qu'il est pluvieux? Telles sont les questions que j'examinerai dans cette notice.

Près de mille soirées d'observations de scintillation se sont écoulées depuis l'année 1880, époque où je distinguai, dans les données transmises journellement à l'Observatoire, les intensités de scintillation particulières aux quatre régions principales du ciel. Un tel ensemble de déterminations me permettra de répondre avec certitude aux questions posées.

Il est peut-être superflu de faire remarquer que les intensités qui, dans les tableaux suivants, sont attribuées

---

(1) *Influence des bourrasques sur la scintillation des étoiles.* Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3e série, t. XIV, 1887.

à la direction Nord, par exemple, sont déduites de mesures relatives à des étoiles observées dans la région céleste comprise entre le Nord-Ouest et le Nord-Est, et non exclusivement au Nord. Évidemment, une semblable remarque s'applique aux autres directions.

J'ai réuni dans un premier tableau, pour les quatre régions du ciel indiquées : 1° les intensités moyennes correspondant à un temps parfaitement sec, ou pour lequel il n'est survenu de pluie ni le jour de l'observation, ni le lendemain, ni le surlendemain; 2° les moyennes générales déduites de l'ensemble des observations recueillies dans le cours de 986 soirées, et parmi lesquelles sont nécessairement comprises les déterminations qui ont coïncidé avec des jours de pluie; 3° les moyennes des intensités qui ont été relevées sous l'influence de 177 dépressions dont il a été question dans ma notice précédente, et pour lesquelles les intensités de scintillation ont varié entre 240 et 120 (1).

Intensité de la scintillation.	Est.	Sud.	Ouest.	Nord.	Moyennes.	Nombre des soirées d'observation.
Moyennes par un temps sec .	345	330	325	386	346	327
Id. générales	475	450	445	535	476	986
Id. sous l'influence des dépressions . .	745	705	680	850	745	177

(1) Dans mes travaux précédents les intensités indiquent les nombres de changements de couleurs qui ont été mesurés pendant

Voici les conséquences qui résultent de ce tableau :

1° Les différences d'intensité de la scintillation suivant les quatre directions indiquées sont faibles quand l'air est sec; elles sont plus marquées à l'égard des moyennes générales qui ont été déduites de l'ensemble des résultats obtenus, tant sous l'influence de la pluie que sous celle de la sécheresse; enfin, ces mêmes différences sont très fortes sous l'action des dépressions;

2° Pour chacune des trois comparaisons établies, l'intensité est la plus marquée au Nord; ce maximum s'accuse particulièrement sous l'influence des dépressions;

3° A l'Est, la scintillation, quoique plus faible qu'au Nord, est plus marquée dans les trois cas qu'elle ne l'est au Sud et à l'Ouest, directions auxquelles correspondent les intensités les plus faibles pour chaque comparaison.

Ces résultats répondent avec certitude aux questions posées, en nous montrant que les inégalités qui, lors de la tourmente du 8 décembre affectèrent la scintillation suivant les directions Nord, Est, Sud et Ouest, ne caractérisent pas exclusivement l'influence des dépressions : des différences semblables se présentent aussi, quoiqu'elles soient

---

une seconde de temps dans les observations scintillométriques. Comme les différences que présentent les intensités suivant les quatre directions du ciel sont en réalité peu marquées, j'ai élevé au quintuple les valeurs absolues des intensités de la scintillation pour former les tableaux suivants, dans le but de rendre les différences plus sensibles. Les intensités qui y figurent représentent donc, en réalité, les nombres moyens de changements de couleurs qui se sont produits dans l'intervalle de *cinq* secondes.

moins marquées, par un temps sec et dans les conditions atmosphériques ordinaires (1).

L'examen comparatif des intensités de la scintillation sous l'influence de la sécheresse tend à nous indiquer que leurs différences peuvent être attribuées à des inégalités de température, qui affecteraient l'ensemble des couches d'air dans les diverses régions de l'atmosphère indiquées, que traversent les rayons stellaires. Ainsi, le maximum d'intensité correspond à la direction Nord. Est-il nécessaire, pour montrer l'influence de la température de l'air sur la scintillation, de rappeler qu'en Hiver, lorsque le temps est serein et qu'il fait excessivement froid, les étoiles scintillent très vivement à l'œil nu, tandis qu'en Été, par une température élevée, la scintillation est faible? Une série d'observations appartenant à des périodes de sécheresse, m'a permis de préciser précédemment les effets des variations de la température de l'air mesurée au niveau du sol. Ainsi, l'intensité de la scintillation, qui est moyennement 39 entre 25 et 20°, s'élève respectivement à 44 entre 20 et 15°, puis à 55 entre 15 et 10°, à 60 entre 10 et 5°, pour atteindre 75 entre 5 et 0°. Ces résultats nous indiquent que l'intensité de la scintillation augmente rapidement à mesure que la température de l'air diminue.

Afin de montrer cette influence de la température sous

---

(1) La progression croissante des moyennes de l'avant-dernière colonne du tableau s'explique aisément, car la scintillation est plus faible par un temps sec que par un temps pluvieux, et elle est le plus accentuée sous l'influence des bourrasques, comme je l'ai fait voir dans un travail antérieur. (*Recherches sur les variations de la scintillation des étoiles selon l'état de l'atmosphère.*) Bulletin de l'Académie, 2e série, t. XLII, 1876; t. XLVIII, 1878.

une autre forme, au point de vue de la question traitée, j'ai réuni, dans le tableau suivant, les intensités de scintillation correspondant aux quatre saisons de l'année dans les directions principales du ciel. J'ai calculé ces moyennes à l'aide des observations faites par un temps de sécheresse, pendant les 327 soirées indiquées précédemment.

Saisons.	Est.	Sud.	Ouest.	Nord.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à Bruxelles.
Printemps. .	315	300	295	385	320	9,5
Été	265	270	285	340	290	17,8
Automne . .	359	358	320	380	355	10.7
Hiver . . .	435	390	410	445	420	3,1
Moyennes . .	344	329	326	387	346	10,3

Voici les conséquences qui résultent de ce tableau :

1° Pour toutes les directions, la scintillation est la plus forte en Hiver et la plus faible en Été ;

2° Pour chaque saison elle est plus marquée au Nord que suivant les autres directions;

3° Sauf en Été, elle est plus forte à l'Est qu'au Sud et à l'Ouest;

4° Les intensités moyennes de la scintillation correspendant aux quatre saisons, suivent régulièrement les variations de leurs températures moyennes (1).

---

(1) Les moyennes de la température de l'air sont extraites du travail de M. Lancaster *Sur la température de l'air à Bruxelles*, qui a paru dans l'*Annuaire* de l'Observatoire pour l'année 1886.

Ces résultats s'accordent avec ceux du premier tableau pour nous autoriser à attribuer, sans conteste, les différences d'intensité que présente la scintillation à Bruxelles, sous l'influence de la sécheresse, dans les régions du ciel Nord, Est, Sud et Ouest, aux différences de température qui affectent ces régions de l'atmosphère.

Il n'est pas possible de préciser quel est, pour chaque saison, l'état général de la température dans chacune des principales régions atmosphériques que les rayons stellaires traversent, le soir, avant d'atteindre l'observateur placé à Bruxelles. Cependant, si nous prenons en considération les faits suivants, qui résultent d'observations concernant la distribution de la chaleur dans les couches inférieures de l'air, nous nous expliquerons, en nous appuyant sur les inégalités de température de l'air, les différences d'intensité que la scintillation présente suivant les divers azimuts dans les comparaisons précédentes.

Disons ici que les nombreuses étoiles dont j'ai déterminé l'intensité de scintillation depuis l'origine de mes observations, ont été observées, à peu d'exceptions près, entre 48 et 68° de distance zénithale. Cette indication nous montre que, dans ces déterminations, les rayons stellaires ont traversé, sur de grandes étendues, des couches d'air peu élevées dans les parties inférieures de leurs trajectoires.

Le maximum d'intensité qui caractérise la scintillation au Nord en toute saison et particulièrement en Hiver, où il s'élève à 445 par un temps sec, a pour cause évidente le froid qui règne dans les régions septentrionales de l'atmosphère et dans les régions voisines, que traversent les rayons émanés des étoiles observées, non seulement au Nord, mais à l'Est, direction suivant laquelle la scintillation est aussi très marquée en Hiver. On sait que, pendant cette saison, les vents les plus froids arrivent en

Belgique suivant une direction qui est comprise entre le Nord et l'Est. D'après cela, on conçoit qu'en Hiver un second maximum d'intensité de scintillation 435 coïncide avec la direction Est.

En Été, au contraire, la scintillation présente à l'Est un minimum 265; cette diminution d'intensité s'explique par l'échauffement notable que les couches d'air éprouvent sous l'action du soleil, à la surface des terres formant les régions immenses qui s'étendent à l'orient de notre pays. Les couches élevées de l'air participent évidemment de cet échauffement, même dans la soirée, par un temps sec et relativement calme.

Dans le premier tableau, les intensités les plus faibles, 330 et 325, correspondent aux directions Sud et Ouest sous l'influence d'un temps sec. Il n'est point surprenant qu'un minimum se présente dans la direction Sud, car les rayons stellaires qui nous arrivent de cette partie de l'horizon, ont traversé des couches d'air s'élevant au-dessus des régions méridionales. Quant au minimum correspondant à l'Ouest, il s'explique par cet autre fait que les rayons stellaires qui nous arrivent, à Bruxelles, suivant cette direction, ont traversé des couches atmosphériques qui s'élèvent au-dessus de l'océan Atlantique. « En général, la température » de l'air qui repose sur la mer est plus constante. Elle » s'élève moins pendant la journée et s'abaisse moins pen- » dant la nuit. L'échauffement le plus considérable se » produit à la surface des terres nues et sablonneuses, où la » couche d'air inférieure reçoit à la fois la chaleur directe du » soleil et la chaleur renvoyée par la surface réfléchissante » du sol (1). » Comme on le voit, la température de l'air

---

(1) *Traité élémentaire de météorologie;* par J.-C. Houzeau et A. Lancaster, p. 46.

au-dessus de l'Atlantique restant plus élevée pendant la nuit, ce fait nous explique comment il arrive que, par un temps sec, la scintillation est moyennement plus faible à l'Ouest de Bruxelles.

Parmi les considérations précédentes, je n'ai fait intervenir que la température de l'air, afin de réduire cette étude, si difficile, à ses moindres termes, en présence de l'incertitude de nos connaissances à l'égard d'autres phénomènes qui, dans les régions supérieures de l'air, doivent exercer une influence sur la scintillation. Nous avons raisonné forcément comme si les régions atmosphériques traversées par les rayons stellaires dans les directions Nord, Est, Sud et Ouest ne présentaient d'autre différence, par un temps sec, que sous le rapport de la température, et comme si elles étaient relativement calmes. Mais, remarquons-le, ces différences de chaleur dans les principales régions de l'air suffisent, comme nous venons de le voir, pour expliquer d'une manière satisfaisante les inégalités que présente la scintillation suivant ces directions par un temps de sécheresse. Concluons de cet accord que, dans ces conditions, ce sont les différences de la température de l'air précisées plus haut, qui exercent l'influence la plus marquée sur les intensités de la scintillation suivant les régions célestes considérées. Cette conclusion s'accorde avec la proposition que j'ai formulée dans les termes suivants il y a précisément dix ans : *Parmi les indications des phénomènes météorologiques que nous pouvons apprécier au niveau du sol, la température de l'air est celle qui, pendant les périodes de sécheresse, exerce l'influence non seulement la plus marquée, mais la plus régulière sur l'intensité de la scintillation* (1).

---

(1) *Recherches sur les variations de la scintillation des étoiles selon l'état de l'atmosphère ;* Etc.

Dans le premier tableau, les intensités générales de la scintillation suivant les principales régions du ciel sont respectivement plus fortes que les intensités correspondantes par un temps sec. Ces supériorités relatives s'expliquent aisément quand on considère que les premières sont déduites d'un ensemble de 986 observations comprenant 659 soirées se rapportant à des périodes de pluie, et seulement 327 soirées appartenant à des périodes de sécheresse. Comme la pluie exerce une influence prépondérante sur la scintillation, les intensités générales déduites de ces 986 observations doivent être respectivement plus élevées que les intensités correspondant exclusivement à des observations appartenant à des périodes de sécheresse.

Remarquons que les mêmes intensités générales suivant les quatre directions varient dans le même sens que les moyennes correspondantes par un temps sec. La même concordance se présente aussi sous l'influence des dépressions. Ainsi, les minima caractérisent le Sud et l'Ouest dans les trois cas.

Les bourrasques exercent, comme on le sait, une influence très marquée et qui s'étend à des distances considérables, sur la scintillation. Dans le premier tableau, les intensités sont très accusées pour les quatre directions sous l'action de ces grands troubles. C'est suivant la direction Nord que l'intensité est plus forte, et cela, par la raison que la plupart des bourrasques passent ou s'éloignent dans cette région relativement à Bruxelles. En effet, si nous considérons la carte des trajectoires suivies par les dépressions, qui accompagne un travail sur ce sujet que M. Vincent, météorologiste de l'Observatoire, a publié récemment, nous remarquerons que, parmi les sept trajectoires qui y sont indiquées, six traversent la région septentrionale par rapport à Bruxelles. On conçoit ainsi que le maximum

d'intensité de la scintillation sous l'influence des dépressions corresponde à la région Nord dans le premier tableau, puisque c'est suivant cette direction qu'elles s'éloignent de nos régions (1).

Dans le premier tableau, sous l'influence des dépressions, l'intensité de la scintillation à l'Ouest est plus faible qu'elle ne l'est au Sud, tandis que les intensités relatives à ces deux directions sont respectivement à très peu près égales entre elles par un temps sec et à l'égard des moyennes générales. Cette différence s'explique aisément. Les dépressions abordent le plus souvent nos contrées par les régions Ouest et Nord-Ouest. Il est reconnu qu'en Hiver l'influence des dépressions sur l'état météorologique s'observe surtout par la hausse notable du thermomètre à leur approche. Or, parmi les 177 dépressions du premier tableau, presque toutes sont des dépressions d'Hiver; on conçoit ainsi que la température de l'air a subi dans la région occidentale, à l'approche de celles-ci, un accroissement qui a eu pour résultat de diminuer l'intensité de la scintillation dans cette direction.

D'après tout ce qui précède, la température de l'air dans les régions élevées ne serait pas rigoureusement la même, suivant les principales directions azimutales, au-dessus de Bruxelles, même par le temps le plus favorable aux observations astronomiques. Des observations de scintillation poursuivies, en nombre suffisant, dans une localité éloignée de celle-ci, et située dans des conditions topogra-

(1) *Trajectoire des minima barométriques.* Ciel et Terre, n° du 15 août 1885.

phiques différentes, montreraient sans aucun doute que les intensités de scintillation à l'Est, au Sud, à l'Ouest et au Nord n'y sont pas rigoureusement égales entre elles. La succession des différences entre ces intensités serait probablement autre qu'elle ne l'est pour Bruxelles, si le lieu des observations était situé plus au Nord ou plus au Sud, ou loin de l'Océan. Quoi qu'il en soit, on peut se demander, en présence des inégalités de température que l'air doit présenter dans les régions supérieures suivant les divers azimuts, si la correction résultant de l'effet de la température de l'air sur la réfraction astronomique doit être rigoureusement la même pour tous les azimuts. Précisons le doute que je soulève ici. Mes observations de scintillation ont eu lieu en général entre 48 et 68° de distance zénithale apparente. Si l'on suppose que deux étoiles soient simultanément observées à Bruxelles, chacune à 50° de distance zénithale apparente, l'une au Nord et l'autre au Sud, lorsque la température de l'air au niveau du sol est de 20°, convient-il d'employer rigoureusement le même facteur de réduction qui correspond, dans les tables de réfraction, à la température de l'air 20°, pour réduire respectivement à leurs distances zénithales vraies les distances zénithales apparentes de ces deux étoiles observées l'une au Nord et l'autre au Sud? La réduction ne devrait-elle pas être sensiblement augmentée pour l'observation faite au Nord, région où les couches d'air sont plus froides?

Les corrections dépendant de la réfraction ont une telle importance en Astronomie, que je crois devoir attirer l'attention sur cette question, qui est une conséquence des résultats auxquels je suis arrivé dans cette étude particulière de la scintillation.

—

Note contenant la vérification numérique d'une formule relative à la force élastique des gaz; par Ch. Lagrange, correspondant de l'Académie.

La pression P d'un gaz par unité de surface a pour expression :

$$(1) \ldots \quad P = \psi . T - A,$$

T étant la température absolue, A un terme dépendant de l'attraction moléculaire et ψ une fonction qui, d'après la loi de Mariotte, est à peu près proportionnelle à la densité du gaz. A l'aide de quelques inductions très simples, basées sur l'expérience, et dont je dirai un mot en terminant, j'ai trouvé que ψ a la forme :

$$(2) \ldots \quad \psi = \frac{fTr^2}{\rho^3 - r^3} = \frac{fT}{\rho} \cdot \frac{\left(\frac{r}{\rho}\right)^2}{1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^3},$$

f étant une constante indépendante de la nature du gaz, r le rayon de l'élément gazeux, et ρ la demi-distance des centres élémentaires; $\frac{1}{\rho^3}$ est donc proportionnel à la densité; (1) devient

$$(3) \ldots \quad P = \frac{fT}{\rho} \cdot \frac{\left(\frac{r}{\rho}\right)^2}{1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^3} - A.$$

Sans même connaître la fonction ψ de la densité, la formule générale (1) permet de calculer A si l'on connaît, pour une même densité, deux valeurs de P correspondant à deux températures T; ou, ce qui revient au même, si l'on connaît le coefficient de dilatation α_v du gaz à volume constant. On aura alors évidemment :

$$dP = \psi . dT = (P + A)\frac{dT}{T},$$

d'où :

$$(4) \ldots \ldots \quad \frac{A}{P} = \frac{\frac{dP}{P}}{\frac{dT}{T}} - 1 = \frac{\alpha_v}{\frac{dT}{T}} - 1,$$

Si l'on peut calculer ainsi A pour différentes densités, la formule (3) fournira, à l'aide de deux valeurs de A, deux équations entre les inconnues $\frac{f}{\rho}$ et $\frac{r}{\rho}$ correspondant à une densité donnée, et la concordance des valeurs de ces inconnues, obtenues en partant de données expérimentales différentes, servira de vérification à la formule.

Parmi les expériences de Regnault et d'Amagat, quelques-unes renferment tous les éléments nécessaires à cet objet. Ce sont : 1° celles qui concernent la compressibilité de l'hydrogène; 2° les déterminations des coefficients de dilatation de l'acide carbonique à pression et à volume constants.

Hydrogène.

La compressibilité de l'hydrogène diminuant quand P, ou la densité, augmente (pour T constant), si l'on admet en conséquence que l'attraction élémentaire est très faible

dans ce gaz et qu'on la néglige, dans une première approximation, on aura simplement :

$$(5) \quad \ldots\ldots \quad P = \frac{fT}{\rho} \frac{\left(\frac{r}{\rho}\right)^2}{1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^3}.$$

(Le coefficient de dilatation de l'hydrogène à volume constant, de 0° à 100°, est 0.3667, d'après Regnault (*Mém. de l'Institut*, t. XXI, p. 91). La formule (4) donne :

$$\frac{A}{P} = \frac{0.3667}{0.3665} - 1;$$

d'où A = 0,0005 P seulement. La détermination de α, sous différentes pressions et densités, qui nous serait ici indispensable pour discuter les observations en tenant compte de A, n'a été effectuée par lui que pour l'acide carbonique.

Soient P_0 et P_1 deux valeurs de P correspondant aux valeurs ρ_0, ρ_1 de ρ, c'est-à-dire aux valeurs V_0, V_1 d'une masse donnée de gaz; en posant $\frac{P_0V_0}{P_1V_1} = \alpha$, la formule (5) donnera facilement pour le rapport du rayon r de l'élément à la distance $2\rho_0$ des centres élémentaires :

$$(6) \quad \ldots\ldots \quad \frac{r}{2\rho_0} = \frac{(1-\alpha)^{1/3}}{2\left(\frac{V_0}{V} - \alpha\right)^{1/3}}.$$

Voici maintenant quelques données expérimentales

(Regnault, *Mém. de l'Institut*, t. XXI, p. 394, et Amagat, *Comptes rendus*, t. LXV, 1872, p. 479), obtenues dans des conditions différentes :

Temp. cent. t.	P_0	P	$\frac{V_0}{V}$	α	
	mm.				
4°,22	3989,47	8005,20	2,000484	0,996961	Regnault.
4°,22	3989,47	13832,05	3,443585	0,993206	Regnault.
4°,22	3989,47	20140,99	4,974765	0,986857	Regnault.
250°,00	760,00	1541,28	2,000000	0,99986	Amagat.

En calculant par (6) les valeurs correspondantes de $\frac{r}{2\rho_0}$, et réduisant par la loi de Mariotte, supposée exacte, à $3989^{mm},47$ et 4°,22 la valeur de $\frac{r}{2\rho_0}$ fournie par l'observation d'Amagat pour 760^{mm} et 250°, on trouve les résultats suivants :

$$P_0 = 3989,47 \qquad \frac{r}{2\rho_0} = 0,07235$$
$$t = 4°,22 \qquad 0,07025$$
$$0,07440$$
$$0,0533$$

Ainsi ces données différentes concordent toutes pour donner $r = 0,06$ à $0,07$ de la distance des centres.

Voyons encore comment la formule (6) satisfait aux résultats de la formule empirique par laquelle Regnault a résumé toutes ses observations sur l'hydrogène (*loc. cit.*, p. 427). La table de Regnault donne, en partant d'une pression initiale $P_0 = 1$ ($P_0 = 1000^{mm}$), les valeurs de P_1 correspondant à une réduction de volume $\frac{V_0}{V} = m$,

depuis $m = 2$ jusqu'à $m = 20$. On trouvera facilement que (6) peut se mettre sous la forme :

$$(7) \quad \ldots\ldots \quad \frac{r}{2\rho_0} = \frac{1}{2}\sqrt[3]{\frac{\frac{P_1}{m} - 1}{P_1 - 1}};$$

ce qui donne, pour

$m = 2$	$\frac{r}{2\rho_0} = 0,0411$
$m = 10$	$0,0427$
$m = 20$	$0,0445$

c'est-à-dire que $\frac{r}{2\rho_0}$ reste constant et égal à 0,04 (0,043 valeur moyenne des 3 déterminations).

Bien plus, si nous ramenons cette valeur, qui convient à $P = 1000^{mm},00$, à $P = 3989^{mm},47$ en la mulpliant par la racine cubique du rapport des pressions, nous devrons retrouver le nombre 0,07 trouvé plus haut. Or, on a effectivement :

$$0,043\sqrt[3]{\frac{3989,47}{1000,00}} = 0,07.$$

On peut juger par là que la formule (5), dont (6) et (7) ne sont que des transformations, satisfait aux données de l'observation avec une remarquable exactitude.

Acide carbonique.

Dans l'acide carbonique, l'attraction moléculaire n'est nullement négligeable, comme nous allons le voir.

Regnault donne (*l. c.*, p. 112) les valeurs de la dilatation de 0° à 100° de ce gaz à volume constant, pour quatre

pressions initiales différentes, ainsi que les densités correspondantes.

On a :

Acide carbonique, dilatations à volume constant $\alpha_v = \frac{dP}{P}$, de 0 à 100° :

	P	α_v	Densité relative Δ à 0°
	mm.		
$t = 0°$	758,47	0,36856	1,0000
	901,09	0,36943	1,1879
	1742,73	0,37523	2,2976
	3589,07	0,38598	4,3718

On en déduit par la formule (4), où $\frac{dT}{T} = 0,36650$, pour les valeurs de l'attraction moléculaire A,

Densité Δ	A		
	mm.		atm.
1,0000	4,25	ou	0,0056
1,1879	7,21		0,0095
2,2976	41,61		0,0547
4,3718	190,06		0,2501

Ces valeurs de A, transportées dans l'équation fondamentale (3), donnent entre $\frac{r}{\rho}$ et $\frac{f}{\rho}$ des relations de la forme :

$$(8) \quad \ldots\ldots \quad \frac{f}{\rho} \cdot \frac{\left(\frac{r}{\rho}\right)^2}{1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^3} = \frac{P + A}{T}.$$

En désignant par $P_0 P_1$ $A_0 A_1$ $\Delta_0 \Delta_1$ des valeurs correspondantes de P A Δ, on trouve alors facilement :

$$(9) \ldots \quad \frac{r}{\rho_0} = \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{P_1 + A_1}{P_0 + A_0}\right)\frac{\Delta_0}{\Delta_1} - 1}{\left(\frac{P_1 + A_1}{P_0 + A_0}\right) - 1}}.$$

Nos quatre séries de valeurs correspondantes nous permettent de calculer trois valeurs du rapport $\frac{r}{\rho_0}$ correspondant à $t = 0^\circ$ $P = 758^{mm},47$. Nous obtenons ainsi :

$$\frac{r}{\rho_0} = 0,24 \qquad 0,24 \qquad 0,52$$

Si l'on fait attention que les valeurs de $\frac{r}{\rho_0}$ dépendent, au numérateur, des très petites différences entre $\frac{P_1 + A_1}{P_0 + A_1} \cdot \frac{\Delta_0}{\Delta_1}$ et l'unité, différences qui sont calculées en partant des nombres décimaux peu différents α_v, tandis que le dénominateur varie considérablement, on a lieu de considérer la concordance de ces valeurs comme satisfaisante.

Nous allons calculer maintenant la valeur de $\frac{r}{\rho_0}$ en nous appuyant sur une expérience entièrement différente de celle qui vient de nous servir.

Regnault a mesuré pour l'acide carbonique la dilatation à pression constante α_p, pour deux valeurs de cette pression, et trouvé, pour

$$P = 760^{mm} \qquad \alpha_p = 0,37099$$
$$P = 2520 \qquad \alpha_p = 0,38455$$

Pour faire usage de ces nombres, différentions l'équation (1) en y laissant P constant. Il viendra :

$$0 = \psi dT + d\psi . T - dA.$$

Mais

$$\psi = \frac{fr^2}{\rho^3 - r^3} \quad \text{d'où} \quad d\psi = -\psi . \frac{d.\rho^3}{\rho^3} \cdot \frac{1}{1 - \frac{r^3}{\rho^3}}$$

et en remarquant que, V étant le volume du gaz, on a

$$\frac{d.\rho^3}{\rho^3} = \frac{dV}{V} = \alpha_p,$$

et que $\psi = \frac{P+A}{T}$,

$$0 = \frac{dT}{T} - \frac{\alpha_p}{1 - \frac{r^3}{\rho^3}} - \frac{dA}{P+A}.$$

D'où

(10). . . . $$\frac{r}{\rho} = \sqrt[3]{1 - \frac{\alpha_p}{\frac{dT}{T} - \frac{dA}{P+A}}}.$$

On voit quelle est ici l'importance de la variation dA, négative dans la dilatation du gaz. Si l'on faisait abstraction de dA, comme α_p est ici plus grand que $\frac{dT}{T} = 0{,}3665$, $\frac{r}{\rho}$ serait imaginaire. La valeur de $\frac{\rho}{r}$ va donc dépendre essentiellement de celle de dA combinée avec les nombres peu différents entre eux α_p et $\frac{dT}{T}$.

Considérons d'abord les valeurs correspondantes P = 760 $\alpha_p = 0{,}37099$.

Nous avons trouvé plus haut pour

$$P = \overset{\text{mm.}}{758,47} \qquad \Delta = 1,0000 \qquad A = \overset{\text{mm.}}{4,25}$$

$$901,07 \qquad \Delta = 1,1879 \qquad A = 7,21$$

On a donc ici, pour

$$\frac{d\Delta}{\Delta} = 0,1879 \qquad dA = 7,21 - 4,25 = 2,96.$$

Pour

$$\frac{d\Delta}{\Delta} = -\alpha_p = -0,37099$$

on aura donc

$$dA = -2,96 \times \frac{0,37099}{0,1879} \ (^*).$$

D'ailleurs on aura très sensiblement :

$$P + A = 760 + 4,28 = 764,28.$$

On en déduit

$$\frac{dA}{P+A} = -0,00765,$$

d'où

$$\frac{dT}{T} - \frac{dA}{P+A} = 0,37415$$

et (10) donne :

$$\frac{r}{\rho} = \sqrt[3]{1 - \frac{0,37099}{0,37415}} = 0,204 \quad \text{à} \quad 760^{\text{mm}} \quad \text{et} \quad 0^{\circ}.$$

(*) L'inspection de la courbe qui représente A en fonction de Δ, montre que le simple procédé d'interpolation est ici plus exact que l'emploi de la formule empirique que nous construisons plus loin.

Pour calculer la valeur de $\frac{r}{\rho}$ correspondant à $P = 2520$ $\alpha_p = 0,38455$, comme A varie ici avec une extrême rapidité, ainsi que le montrent ses valeurs calculées plus haut (et encore mieux la courbe que l'on tracerait à l'aide de ces valeurs en prenant pour abcisses les pressions ou les densités), il est nécessaire de déterminer avec soin la marche de A entre les valeurs 1742,93 et 3589,07 de la pression qui comprennent la valeur actuelle $P = 2520$.

Posons :

$$A = 4,25 + (P - 758,47)\,x + (P - 758,47)^2 y.$$

En donnant à A et à P les valeurs correspondantes trouvées plus haut, nous obtenons, pour déterminer les coefficients x, y, les équations :

$$\left.\begin{aligned} x + 142,62\,y - \frac{2,96}{142,62} &= 0 \\ x + 984,26\,y - \frac{57,56}{984,26} &= 0 \\ x + 2830,60\,y - \frac{185,81}{2830,60} &= 0 \end{aligned}\right\}$$

qui, résolues par la méthode des moindres carrés, donnent:

$$x = + 0,020 \qquad y = + 0,0000163.$$

En faisant $P = 2520$, on obtient alors $A = 90,06$.

Déterminons semblablement la variation de A dépendante de Δ, densité. Posons, en nous reportant aux valeurs correspondantes de A et Δ :

$$A = 4,25 + (\Delta - 1)\,x + (\Delta - 1)^2 y.$$

Cette relation nous donnera les trois équations :

$$\left.\begin{aligned} x + 0,1879\,y - \frac{2,96}{0,1879} = 0 \\ x + 1,2976\,y - \frac{57,56}{1,2776} = 0 \\ x + 3,5718\,y = \frac{185,81}{3,5718} = 0 \end{aligned}\right\}$$

dont la résolution donne $x = 13,1$, $y = 12,4$ et

$$A = 4,25 + 13,1\,(\Delta - 1) + 12,4\,(\Delta - 1)^2.$$

La valeur de Δ correspondant à $A = 90,06$ est $\Delta = 3,1159$.

On aura en outre :

$$dA = 13,1\,d\Delta + 24,8\,(\Delta - 1)\,d\Delta$$

et pour

$$\Delta = 3,1159,$$
$$dA = 65,57\,d\Delta.$$

Mais

$$d\Delta = -\alpha_p . \Delta = -0,38455 \times 3,1159.$$

Donc

$$dA = -65,57 \times 0,38455 \times 3,1159.$$

D'où

$$\frac{dA}{P + A} = -0,030101,$$

$$\frac{dT}{T} - \frac{dA}{P + A} = 0,396601$$

et enfin

$$\frac{r}{\rho}=\sqrt[3]{1-\frac{0,38455}{0,396601}}=0,31 \quad \text{à} \quad 0^\circ \quad \text{et} \quad \Delta=3,1159.$$

La valeur de $\frac{r}{\rho}$ à

$$0^\circ \quad \text{et} \quad \Delta=1,$$

c'est-à-dire très sensiblement

$$0^\circ \quad \text{et} \quad 760^{\text{mm}},$$

sera donc :

$$0,31 : \sqrt[3]{3,1159}=0,21.$$

valeur presque identique à celle (0,20) que fournit la première observation.

Il résulte des calculs qui précèdent que la formule (3) dont la forme est très simple, relie entre elles des données numériques très délicates fournies par l'expérience. Appliquée à des conditions très différentes des gaz et à des phénomènes de différentes natures (comme les deux espèces de dilatations), elle donne dans chaque cas sensiblement la même valeur pour le rapport du rayon de l'élément à la distance des centres, sous une densité donnée. On a obtenu ainsi pour l'hydrogène les cinq déterminations :

$$t=4^\circ, \quad P=\overset{\text{mm.}}{3989,47} \qquad \frac{r}{2\rho_1}=0,07$$

$$0,07$$

$$0,07$$

$$0,06$$

$$0,07$$

ce qui donne, pour 760 millimètres et 0°,

$$\frac{r}{2\rho_0} = 0,0405;$$

pour l'acide carbonique, les cinq déterminations

$t = 0°$,	$P = \overset{mm.}{760,00}$	$\frac{r}{\rho_0} = 0,24$	$\frac{r}{2\rho_0} = 0,12$
		0,24	0,12
		0,32	0,16
		0,204	0,10
		0,21	0,11
	Moyenne. . .	0,243	0,1215

Après avoir établi, pensons-nous, avec une grande probabilité l'exactitude de la formule (3), à l'aide des données numériques que l'expérience a pu nous fournir, nous allons faire voir comment cette formule peut dès lors faire connaître pour l'hydrogène et l'acide carbonique les masses relatives de leurs éléments, et les nombres relatifs de ces éléments dans des conditions données.

De la formule (3) on tire

$$(11). \quad . \; . \; . \; . \quad \frac{f}{\rho} = \frac{P + A}{T} \cdot \frac{1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^3}{\left(\frac{r}{\rho}\right)^2},$$

ce qui donne à 0° et 760 millimètres, c'est-à-dire pour $T = 273$, $P = 760$, pour l'hydrogène, en faisant

$$A = 0 \qquad \frac{r}{\rho} = 2 \times 0,0405,$$

$$\rho_H = 0,002356\, f;$$

pour l'acide carbonique, en faisant

$$A = 4^{mm} \qquad \frac{r}{\rho} = 0,245,$$

$$\rho_{CO^2} = 0,021407\, f.$$

On en déduit, pour le rapport des distances élémentaires dans l'acide carbonique et l'hydrogène, à 760 millimètres et 0°,

$$\frac{\rho_{CO^2}}{\rho_H} = 9,1.$$

Soient Δ_{CO^2} Δ_H les densités des deux gaz à 0° et 760 millimètres; m_{CO^2} m_H leurs masses élémentaires; on aura

$$\frac{m_{CO^2}}{m_H} = \left(\frac{\rho_{CO^2}}{\rho_H}\right)^3 \frac{\Delta_{CO^2}}{\Delta_H}$$

ce qui donne, pour

$$\Delta_{CO^2} = 1,5290,$$

$$\Delta_H = 0,0695,$$

$$m_{CO^2} = 16626\, m_H.$$

La masse de l'élément d'acide carbonique serait donc près de dix-sept mille fois celle de l'élément d'hydrogène.

Soient N_{CO^2}, N_H les nombres d'éléments contenus dans deux volumes égaux, à 0° et 760 millimètres. On aura

$$\frac{N_H}{N_{CO^2}} = \frac{\Delta_H}{\Delta_{CO^2}} \cdot \frac{m_{CO^2}}{m_H} = 754.$$

Enfin les densités moyennes Δ'_H, Δ'_{CO^2} des éléments seront données par la formule $\Delta' = \Delta\left(\frac{\rho}{r}\right)^3$; on trouve ainsi, pour l'hydrogène,

$$\Delta'_H = 1882\, \Delta_H = 0,17 \text{ de la densité de l'eau;}$$

pour l'acide carbonique,

$$\Delta'_{CO^2} = 70\ \Delta_{CO^2} = 0{,}14 \text{ de la densité de l'eau.}$$

L'élément d'hydrogène est donc 1882 fois plus dense que le gaz lui-même; celui d'acide carbonique, 70 fois plus dense que le gaz. m_H est plus dense que m_{CO^2}, et l'un et l'autre étant moins denses que l'eau, dont la densité est elle-même moindre que celle de ses molécules, il faut en conclure que l'hydrogène est moléculaire aussi bien que l'acide carbonique.

On trouve facilement encore que le rayon de l'élément d'acide carbonique est égal à 27 fois celui de l'hydrogène, et par conséquent son volume 20 000 fois plus considérable.

Des calculs analogues aux précédents, mais basés sur la combinaison de certaines données incomplètes tirées des mémoires d'Amagat, donnent la distance des centres de l'acide sulfureux égale à 13 fois celle de l'hydrogène, et la masse élémentaire de SO^2 égale à 65 000 fois celle de H.

L'élément d'acide sulfureux pèserait d'après cela environ 3,9 fois plus que celui d'acide carbonique.

La validité de ces résultats dépend de celle de notre équation fondamentale que mesurent elles-mêmes les vérifications numériques que j'ai présentées.

Il est inutile d'insister sur l'immense importance que, cette validité étant établie, ils auraient pour la chimie et la physique. L'objet de cette note est d'appeler l'attention des physiciens sur cette voie nouvelle de recherches et de les engager à reprendre d'une manière approfondie l'étude des anomalies des lois de compressibilité et de dilatation des gaz et des vapeurs, en s'attachant

surtout aux corps simples. De l'étude de ces anomalies doit résulter, d'après ce qui précède, la connaissance des masses, des distances et des nombres relatifs des éléments des corps. Il suffirait de déterminer, pour quelques pressions initiales différentes, les coefficients de dilatation à volume constant.

Je terminerai cette note en indiquant brièvement la signification très simple de la formule (3) et la manière dont j'y suis parvenu.

I. — Si l'on considère, dans un gaz parfait, la pression comme étant le résultat d'une force répulsive émanant des éléments, on trouve aisément, en remarquant que la loi de Mariotte subsiste, quelque petite que soit la masse du gaz, que *la répulsion exercée par un élément sur l'unité de surface est en raison inverse du cube de la distance.*

II. — Mais, avec une pareille loi d'action, si la force répulsive des éléments se transmettait à travers la matière, c'est-à-dire à travers la masse du gaz, la pression du gaz sur une paroi devrait, à égalité de densité, varier avec le volume du gaz. Or, cela est contraire à l'expérience. Donc la matière intercepte la force répulsive.

III. — Donc 1° les atomes ont des dimensions finies;

2° La force répulsive d'un atome s'*exerce contre la surface* des autres atomes;

3° La force répulsive d'un atome *émane de la surface* de cet atome (car, même si les points intérieurs de l'atome étaient actifs, ne pouvant transmettre leur action à travers la masse de l'atome, ils n'interviendraient pas dans la répulsion de l'atome).

IV. — La discussion des hypothèses possibles sur le mode d'action de la force conduit à la loi suivante : La force répulsive émane d'un élément de surface suivant les normales à cet élément et s'exerce dans la direction de ces normales contre toute surface rencontrée par elles. La pression qu'elle exerce par unité de surface est proportionnelle à la température absolue, à l'étendue de l'élément de surface répulsif et en raison inverse du volume compris entre les normales.

Il en résulte que pour une sphère répulsive de rayon r la répulsion est, comme dans la formule (5), proportionnelle à T, à la surface r^2 de la sphère et en raison inverse du volume compris entre les sphères de rayon ρ et de rayon r, c'est-à-dire à $\rho^3 - r^3$.

V. — La quantité de chaleur d'un atome est proportionnelle à sa surface et à la température absolue. Le calorique spécifique absolu mesure donc la surface totale des atomes dans l'unité de poids d'un corps donné.

VI. — Dans l'hypothèse où la pression des gaz est due à une force répulsive, émanant des éléments en équilibre dans des positions déterminées, ce qu'on nomme *attraction moléculaire* est une force qui s'exerce non sur la masse des *atomes*, mais contre leurs surfaces.

En effet, si les anomalies de la loi de Mariotte dépendent, comme on l'admet, non de la nature du récipient qui reçoit la pression, mais bien de la nature du gaz lui-même, il est évident que pour une densité donnée, c'est-à-dire pour une valeur déterminée de la distance des éléments, l'attraction de ces éléments ne peut faire

varier la pression reçue par une paroi qu'en modifiant la force répulsive exercée sur la surface de cette paroi, ce qui revient à dire que l'attraction moléculaire est une *dépression attractive* comme la répulsion est une *pression répulsive.*

VII. — On est ainsi amené à reconnaître l'existence :

1° D'une force d'*attraction universelle* proportionnelle avec *masses*, en raison inverse du *carré* de la distance, d'intensité constante g et se transmettant à travers la matière;

2° D'une force de *répulsion universelle* proportionnelle aux *surfaces*, en raison inverse du *cube* de la distance, d'intensité variable T et interceptée par la matière.

L'attraction moléculaire se présente comme un effet dérivé de ces deux grands principes; c'est une force s'exerçant contre la surface des atomes, et qui paraît provenir d'une modification produite par l'attraction newtonienne de chaque atome dans le milieu transcendant qu'on appelle le vide et qui transmet la répulsion.

Hypothèse sur la loi de l'attraction moléculaire. — La nature de l'attraction moléculaire étant connue, il est possible de faire une hypothèse sur sa loi d'action. En admettant que l'accroissement dA de l'attraction A d'un atome m, pour une variation $d\rho$ de la distance ρ à son centre, est proportionnel à A et au travail élémentaire de l'attraction newtonienne de l'atome, l'expression la plus simple à laquelle on est conduit est la forme exponentielle

(12). . . . . $A = \alpha e^{-km\rho}$,

A étant l'attraction par unité de surface et α, k deux constantes; c'est-à-dire que, Δ étant la densité du gaz

et a, b deux constantes, on aura

$$(13) \quad \ldots\ldots\ldots \quad A = ab^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}}.$$

En éliminant a et b entre les valeurs A_1, A_2, A_3 ... de l'attraction correspondant aux densités Δ_1, Δ_2, Δ_3 ..., on trouve ainsi la loi

$$(14) \quad \ldots \quad \frac{\log A_2 - \log A_1}{\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_1}} - \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_2}}} = \frac{\log A_3 - \log A_1}{\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_1}} - \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_3}}} = \cdots$$

Voici comment cette loi satisfait aux données expérimentales dont j'ai pu disposer.

Vapeur d'eau (Expériences de M. Hirn, *Théorie mécanique de la chaleur*, t. I, p. 474).

J'ai déduit des données immédiates de l'expérience les valeurs de l'attraction moléculaire, en mètres d'eau, pour différentes densités, indiquées ici par le poids du m^3 de vapeur, et trouvé ainsi

Poids spécifique Δ		A	
k.		m.	
2,4017	Δ_1	7,915	A_1
3,0050	Δ_2	11,418	A_2
5,4120	Δ_3	26,510	A_3
6,0320	Δ_4	31,545	A_4
6,6290	Δ_5	40,340	A_5

Valeurs correspondantes de

$$\log A - \log A_1 \quad \text{et} \quad \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_1}} - \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}};$$

$\log A - \log A_1$	0,159158	0,524959	0,597690	0,707285
$\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_1}} - \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}$	0,05374	0,17715	0,19757	0,21459

On voit à première vue que les premières valeurs valent à très peu près trois fois les secondes. Les quotients sont

3,0 3,0 3,0 3,3

et leur moyenne exacte est 3,0629.

Posons

$$A = ab^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}} \quad \text{et} \quad \log b = 3{,}0629.$$

Les valeurs de log *a* fournies par les cinq valeurs de A seront alors

$$\begin{aligned} \log a = {} & 3{,}18555 \\ & 3{,}18009 \\ & 3{,}16791 \\ & 3{,}17874 \\ & 3{,}23624 \\ \hline \text{Moyenne. . . } & 3{,}18971 \end{aligned}$$

et on aura

$$\begin{aligned} A = [3{,}1897]\,[3{,}0629]^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}} &= 1548^{\text{m}} \times 1156^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}} \\ &= \overset{\text{atm.}}{150{,}2} \times 1156^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}} \end{aligned}$$

les crochets [ ] désignant des logarithmes.

Voici la comparaison de l'observation et du calcul :

	m.	m.	m.	m.	m.
A calc.	7,9910	11,674	27,875	32,145	36,241
A observ.	7,915	11,418	26,510	31,343	40,340(*)

(*) En corrigeant des valeurs de l'attraction moléculaire les pressions expérimentales, les pressions corrigées doivent satisfaire à la loi de la répulsion. C'est en effet ce qui arrive. Réunissant alors les

Acide carbonique (Expériences de Regnault, citées déjà plus haut.)

On aura ici, à l'aide des quatre observations,

$\log A - \log A_1$	0,2295464	0,9908088	1,6505018
$\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta_1}} - \frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}$	0,05578	0,24216	0,38843

et on voit à première vue que les premiers nombres valent à très peu près quatre fois les seconds. Les quotients sont

$$4,12 \qquad 4,09 \qquad 4,25$$

et leur moyenne est 4,152.

Posant

$$A = ab^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}}, \quad \text{et faisant} \quad \log b = 4,152,$$

---

expressions numériques des deux forces, répulsive et attractive, on obtient pour P en fonction de Δ et T,

$$P = \frac{[\bar{2},688795]\,\Delta T}{1 - [\bar{2},280038]\,\Delta} - [3,1897]\,[3,0629]^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}}.$$

Les constantes de cette formule sont déduites d'observations de pressions variant de 45 mètres à 150 mètres d'eau, à des températures de 160° à 260°, et pour des densités de 2,4 à 6,6. A 0° et une atmosphère, on a $\Delta = 0,8055$. Ces dernières données sont très éloignées des précédentes. Or, voici à leur égard la comparaison de l'observation et du calcul :

P calc. $10^{m},110$,
obs. $10^{m},330$.

Une concordance de ce genre me paraît une démonstration de l'exactitude des deux lois.

on obtient pour log a

$$\begin{aligned}\log a = & \ 4,780 \\ & \ 4,778 \\ & \ 4,776 \\ & \ 4,818 \\ \hline \text{Moyenne.} \ . \ . & \ 4,7855\end{aligned}$$

On aura donc

$$A = [4,7855]\,[4,152]^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}} = \overset{\text{atm.}}{80,50} \times 14200^{-\frac{1}{\sqrt[3]{\Delta}}}.$$

Comparaison de l'observation et du calcul :

	atm.	atm.	atm.	atm.
A calc.	0,0057	0,0096	0,057	0,232
A observ.	0,0056	0,0095	0,055	0,250

Ces concordances numériques me paraissent assez remarquables pour faire penser que la loi exponentielle $ab^{-\rho}$, qui se rattache par une série de déductions simples à tout un ordre d'idées déjà appuyé sur des vérifications numériques, est réellement celle de l'attraction moléculaire, ou pour mieux dire atomique. On peut étendre cette expression simple au cas d'un système attractif quelconque, par la considération des surfaces de niveau. L'attraction moléculaire à une distance donnée du centre d'un élément, dépendant du potentiel de tous les éléments en présence, est beaucoup plus considérable dans l'état liquide ou solide que dans l'état gazeux. La forme de l'élément intervenant aussi dans la valeur de son attraction, il importerait de faire des expériences sur les gaz simples, ceux dans lesquels vraisemblablement cette forme a le moins d'influence, afin de soumettre la formule à de nouvelles vérifications. La portée de ces recherches est évidente; que les physiciens me permettent de leur demander instamment, en faveur du but à atteindre, les données expérimentales qui font encore défaut.

VIII. — La répulsion (et aussi l'attraction, d'après notre hypothèse) d'un atome *m* sur un atome *m'* n'est pas en général égale à celle de *m'* sur *m*. L'équilibre moléculaire est donc en général impossible au contact de deux corps différents. L'égalité des actions réciproques n'existe que si *m* et *m'* sont identiques et à la même température; or, ce cas est aussi le seul dans lequel la polarité électrique ne se manifeste pas quand deux atomes sont en présence. Cette polarité apparaît chaque fois que l'action de *m* sur *m'* est différente de l'action de *m'* sur *m*, et elle disparaît avec la différence de ces actions. Si l'on peut s'exprimer ainsi, la polarité électrique apparaît chaque fois que les deux forces réciproques ne *se saturent pas*. Cette polarité se présente donc, relativement à la non égalité des actions réciproques, dans la relation d'effet à cause. On comprend dès lors comment et pourquoi la *différence* des masses des atomes intervient dans leur tendance à s'unir (affinité et théorie électrochimique).

Toutes les formes de l'énergie (car le magnétisme se ramène à l'électricité et les conditions d'existence de l'éther lumineux, en vertu de la répulsion dépendante des surfaces, ne diffèrent pas de celles des gaz), semblent donc dériver de l'existence des deux principes antagonistes de l'attraction et de la répulsion universelles, dont les lois sont liées aux deux éléments géométriques fondamentaux de l'espace : volume et surface.

L'*attraction*, proportionnelle aux *volumes* (masses) des atomes, répartit son action sur les *surfaces* successives de sphères concentriques; la *répulsion*, proportionnelle aux *surfaces*, répartit son action dans les *volumes* successifs de ces mêmes sphères.

Erratum : p. 171, formule (2), supprimez les deux T.

Sur un cas particulier de la formule du binôme;
par E. Catalan, associé de l'Académie.

Soit

$$S_n = 1 + C_{p,1}x + C_{p+1,2}x^2 + \cdots + C_{p+n-2,n-1}x^n$$

la somme des n premiers termes du développement de $(1-x)^{-p}$, p étant un *nombre entier;* soit R_n le reste correspondant.

On trouve, assez facilement :

$$\left.\begin{aligned}(1-x)^{p-1}S_n+\left[C_{n,n-1}\,C_{n+1,n-1}(1-x)+\cdots+C_{n+p-2,n-1}(1-x)^{p-2}\right]x^n\\ =\frac{1-x^n}{1-x},\end{aligned}\right\}(A)$$

$$(1-x)^pR_n=\left[C_{n-1,n-1}+C_{n,n-1}(1-x)+\cdots+C_{n+p-2,n-1}(1-x)^{p-1}\right]x^n.(B)$$

Remarques. — 1° La relation (A), que nous croyons nouvelle, ramène le calcul de Sn à celui d'un polynôme composé de $p-1$ termes : Si n est beaucoup plus grand que p, le second calcul sera bien plus simple que le premier;

2° *L'équation*

$$\frac{1-x^n}{1-x}-\left[C_{n,n-1}+C_{n+1,n-1}(1-x)+\cdots+C_{n+p-2,n-1}(1-x)^{p-2}\right]x^n=0,$$

a p — 1 *racines égales à* 1;

3° *Le reste* R_n *est le produit de la fonction proposée,* $(1-x)^{-p}$, *par un polynôme entier.*

Détermination des variations que le frottement intérieur de l'air pris sous diverses pressions éprouve avec la température; par P. De Heen, correspondant de l'Académie.

Je crois inutile d'insister longuement sur l'intérêt que présente actuellement l'étude du frottement intérieur des gaz.

Ces recherches ont acquis, dans ces derniers temps, une importance d'autant plus grande que l'un des plus éminents physiciens, M. Hirn, conclut de ses observations qu'il y a lieu de rejeter définitivement la théorie cinétique des gaz.

Voici la principale objection de ce savant : si la théorie cinétique des gaz est vraie, il faut nécessai.ement admettre que le frottement intérieur de ces corps varie proportionnellement à la racine carrée de la température absolue. M. Hirn trouve, par l'expérience, que le frottement intérieur des gaz ne varie pas avec la température et qu'il y a par conséquent contradiction entre la théorie et l'observation.

Sans vouloir en aucune façon méconnaître le talent expérimental de M. H.rn, il y a cependant lieu de tenir compte des résultats obtenus par d'autres physiciens, résultats qui, disons-le dès à présent, sont en contradiction complète avec ceux du savant français.

Voici les conclusions des travaux qui ont été entrepris sur le sujet qui nous occupe :

M. Peluj (*), en déterminant la vitesse d'écoulement de

(*) *Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien.* Math.-naturw. Classe, 4 juillet 1878.

l'air par des tubes capillaires, trouve que l'on peut exprimer les variations que cette grandeur éprouve avec la température par la formule

$$\eta_t = \eta_0 (1 + \alpha t)^{\frac{2}{3}},$$

η_t représentant le frottement intérieur à la température t, η_0 cette même grandeur à la température 0, et α le coefficient de dilatation du gaz.

En opérant sur l'éther, il trouve :

$$\eta_t = 0{,}0000689\,(1 + 0{,}0041575t)^{0{,}94}.$$

M. E. Wiedemann (*), en opérant à l'aide de la même méthode, trouve les nombres suivants :

Température	8°	100°	184°,5
Air.	100	133,1	141,1
Oxyde de carbone	96,87	»	136,0
Acide carbonique	80,48	104,8	123,4
Protoxyde d'azote	80,41	105,6	124,1
Ethyline	56,24	73,89	87,38

Ces valeurs peuvent être reliées entre elles par la relation :

$$\eta = \eta_0 (1 + \alpha t)^n.$$

Les valeurs de n sont les suivantes :

Température	0° — 100	0° — 184	100-184,5
Air.	0,733	»	0,670 (sensiblement $^2/_3$)
Oxyde de carbone . .	»	0,695	»
Acide carbonique . .	0,929	»	0,802
Protoxyde d'azote . .	0,960	»	0,787
Ethylène	0,964	»	0,822

M. Schumann (**) trouve également, à l'aide de la

(*) *Archives de Genève*, 1875, t. LVI, p. 277.

(**) *Ann de Wiedemann*, t. XXIII, p. 353-403.

méthode des disques oscillants, que le frottement intérieur de l'air croît plus rapidement que la loi de M. Clausius ne l'exige, et il représente ses résultats par l'expression

$$\eta = \eta_0 \sqrt{1 + \alpha t}\,(1 + \gamma t^2),$$

γ représenterait dans cette expression une diminution du rayon de la sphère d'activité moléculaire.

M. Silas Holman (*), en opérant sur l'air à l'aide de la méthode des tubes capillaires, obtient des résultats très voisins de ceux obtenus par M. Wiedemann.

Enfin, le travail de M. Carl Barus (**), de Washington, présente un très vif intérêt, par cela qu'il a opéré dans des limites de température extrêmement étendues (5° — 1400°). Le tube capillaire dont ce physicien a fait usage avait été exécuté en palladium. Les résultats qu'il a obtenus ont entièrement confirmé ceux qui avaient été admis par ses prédécesseurs, il trouve que dans ces limites de température il faut admettre pour l'air et pour l'hydrogène :

$$\eta_t = \eta_0 (1 + \alpha t)^{\frac{2}{3}},$$

Ces résultats, si nombreux, ne nous permettent non seulement pas de douter de l'accroissement du frottement intérieur des gaz avec la température, mais ils nous obligent encore à admettre que cet accroissement est plus rapide que la théorie des gaz ne l'exige.

En recherchant la cause de cette anomalie, il nous a semblé qu'elle pouvait être attribuée à ce que pour les gaz

---

(*) *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, vol. XII, 1876, pp. 41-50 ; vol. XXI, 1885, pp. 1-44.

(**) *The American Journal of Science*, mai 1888, t. XXXV, p. 407.

pris sous la pression relativement élevée de l'atmosphère, les trajectoires des molécules ne pouvaient être considérées comme rectilignes que sur une partie relativement petite de leurs parcours.

En effet, on sait que le frottement intérieur d'un gaz est représenté par la formule théorique

$$\eta = \frac{1}{3} gmnul.$$

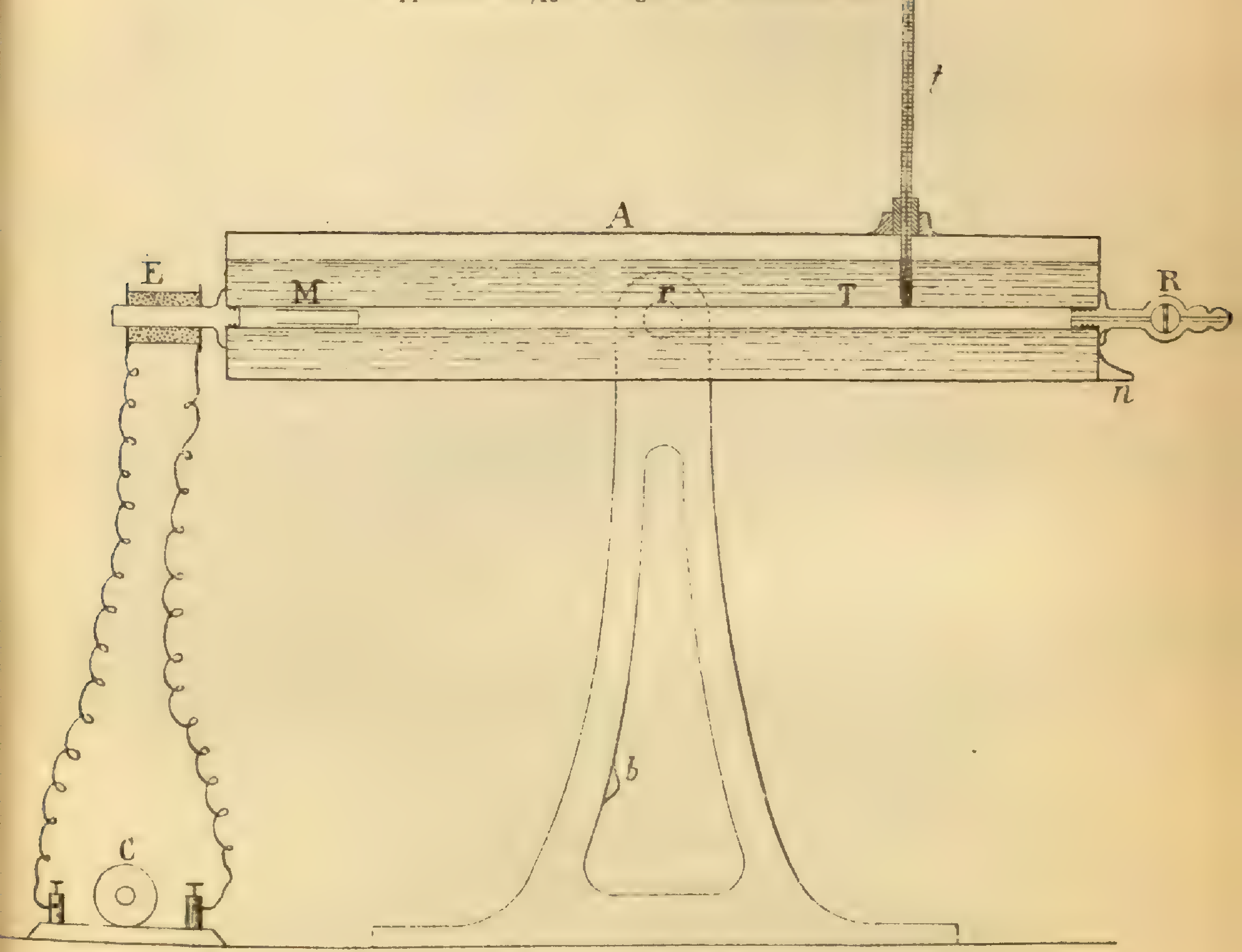
Dans laquelle g représente la gravité, m la masse d'une molécule, n le nombre de molécules, u leur vitesse, et l la longueur du chemin moyen parcouru en ligne droite.

Cela étant, rien n'empêche d'admettre la variabilité de l, alors même que la quantité n est maintenue constante, suivant que les trajectoires sont plus ou moins tendues. Il semble, de plus, assez plausible que la longueur du chemin rectiligne soit une fonction de la quantité u ou de la température absolue.

Quoi qu'il en soit, on peut conclure que si l'on rapproche les molécules au delà d'une certaine limite, l'état actuel de nos connaissances ne peut permettre de prévoir ni la grandeur, ni le sens des écarts qui se manifesteront entre la théorie et l'observation. Mais, d'autre part, on peut affirmer que si les conceptions théoriques de M. Clausius sont vraies, elles seront vérifiées pour des pressions relativement basses. Car on peut admettre pour celles-ci que les longueurs l représentent presque la totalité du chemin parcouru.

En nous basant sur ces prévisions, il nous a semblé indispensable de déterminer par l'expérience si la variation que le frottement intérieur des gaz éprouve avec la température, est une fonction de la pression à laquelle on soumet ces corps.

Appareil au $^{1}/_{10}$ de la grandeur d'exécution.



Curseur contenu dans le tube en laiton.
Grandeur d'exécution.

L'appareil dont nous avons fait usage se compose d'un cylindre A en tôle de cuivre, de $0^m,85$ de longueur, monté sur un axe de rotation *r*. Ce cylindre est traversé par un tube en laiton de $0^m,02$ de diamètre, dont la surface intérieure est parfaitement polie. L'une des extrémités de ce tube est munie d'un robinet R, tandis que l'autre extrémité est munie d'un électro-aimant E. Un commutateur C permet de faire passer ou d'interrompre le courant.

A l'intérieur du tube se trouve un curseur M de 85 millimètres de longueur et pesant environ 21 grammes, exécuté en fine tôle de même métal et parfaitement poli ; son diamètre est légèrement inférieur au diamètre du tube (de $0^{mm},35$ environ) et sa partie supérieure est munie d'un fil de fer susceptible d'être attiré par l'électro-aimant.

Afin d'opérer, on introduit de l'huile dans le cylindre A dont le thermomètre *t* indique la température, puis on introduit dans le tube de l'air sous la pression à laquelle on désire observer. On fait ensuite basculer l'appareil de telle manière que l'électro-aimant E occupe la partie inférieure et que le curseur y reste fixé par sa partie magnétique. Le cylindre A est ensuite redressé de manière que la partie *n* vienne s'appuyer contre le butoir *b*. Lorsque l'appareil se trouve dans cette position, le tube T est parfaitement vertical, ce dont on s'est assuré à l'aide d'un fil à plomb.

Les choses étant ainsi disposées, on interrompt brusquement le courant à l'aide du commutateur C, le curseur M est alors abandonné à lui-même et l'on détermine, à l'aide d'un compteur battant le $^1/_5$ de seconde, le temps employé par celui-ci à parcourir toute la longueur du tube. On est

averti de l'arrivée du curseur à la partie inférieure par le léger choc qui se produit.

Afin d'observer à une température différente, il suffit de disposer l'appareil horizontalement et de chauffer l'huile à l'aide de becs de gaz disposés convenablement.

Cela étant, il suffit de remarquer que le temps employé par le curseur à parcourir la longueur du tube n'est autre chose que le temps qu'emploierait l'air contenu dans cet espace pour s'écouler par l'espace annulaire compris entre le curseur et le tube, sous l'action d'une pression correspondant à celle qu'exerce le poids du curseur.

En un mot, nous n'avons fait autre chose qu'une détermination de vitesse d'écoulement par un espace capillaire.

Si nous représentons par T le temps employé par le curseur à parcourir le tube, et par η le frottement intérieur, nous pouvons écrire :

$$\eta = T \times \text{const.}$$

Voici le tableau dans lequel nous avons condensé le résultat de plusieurs centaines d'observations que nous avons effectuées sur l'air.

La première colonne renferme les températures, la deuxième colonne renferme le coefficient de frottement rapporté au frottement à 0° pour chaque pression $\frac{\eta}{\eta_0}$, la troisième colonne renferme le rapport du coefficient de frottement pris sous diverses pressions au frottement de l'air pris à la pression de 760 millimètres et à la température zéro.

Pression en millimètres de mercure.	Températures.	Valeurs de $\frac{\gamma}{0}$	Valeurs de $\frac{\gamma_0}{\gamma_{0(760)}}$
10 millimètres . . .	0	1,000	0,927
	100	1,157	»
	200	1,315	»
	300	1,473	»
20 millimètres . . .	0	1,000	0,951
	100	1,141	»
	200	1,269	»
	300	1,423	»
30 millimètres . . .	0	1,000	0,975
	100	1,150	»
	200	1,275	»
	300	1,425	»
41 millimètres . . .	0	1,000	0,975
	100	1,150	»
	200	1,300	»
	300	1,462	»
78 millimètres . . .	0	1,000	1,000
	100	1,131	»
	200	1,262	»
	300	1,400	»
105 millimètres . . .	0	1,000	1,000
	100	1,179	»
	200	1,359	»
	300	1,538	»

Pression en millimètres de mercure.	Températures.	Valeurs de $\frac{\eta}{\eta_0}$	Valeurs de $\frac{\eta}{\eta_{0(760)}}$
160 millimètres. . .	0	1,000	1,000
	100	1,205	»
	200	1,384	»
	300	1.564	»
297 millimètres. . .	0	1,000	1,000
	100	1.225	»
	200	1,450	»
	300	1,675	»
760 millimètres. . .	0	1,000	*1,000*
	100	1,209	»
	200	1,417	»
	300	1,646	»
1520 millimètres. . .	0	1,000	1,195
	100	1,122	»
	200	1,255	»
	300	1,387	»
2280 millimètres. . .	0	1,000	1,280
	100	1,085	»
	200	1,171	»
	300	1,257	»

Ces nombres nous permettent de conclure :

1° Le coefficient de frottement intérieur de l'air pris à la température 0, ne varie que faiblement pour des pres-

sions comprises entre 10 millimètres et 760 millimètres de mercure; cependant on remarque une légère diminution lorsque la pression s'abaisse;

2° Pour des pressions s'élevant seulement à 2 ou 3 atmosphères, on constate que le frottement intérieur s'accroît considérablement;

3° On peut admettre que le coefficient de frottement varie sensiblement de la même manière avec la température pour des pressions comprises entre 10 millimètres et 80 millimètres de mercure;

4° Si l'on dépasse la pression de 80 millimètres de mercure, on constate que le coefficient de frottement varie plus rapidement avec la température qu'aux pressions inférieures;

5° La variabilité du coefficient de frottement avec la température semble atteindre un maximum vers la pression de 300 millimètres de mercure. Si l'on dépasse cette pression, le coefficient de frottement varie de moins en moins avec la température.

Il est assez probable que si l'on opérait à des pressions élevées, la conception de M. Clausius cesserait complètement d'être applicable; il serait très intéressant de constater si, dans ces conditions, un accroissement de température ne déterminerait pas une diminution du frottement intérieur.

Nous avons vu, lorsque nous nous sommes occupé de l'historique de la question, que les observateurs sont actuellement d'accord pour admettre que le frottement intérieur de l'air pris sous la pression normale varie comme la puissance $^{2}/_{3}$ de la température absolue.

Il nous a donc semblé intéressant de comparer les

valeurs que nous avons obtenues aux valeurs calculées suivant cette loi.

Voici le résultat de cette comparaison :

Températures.	Températures absolues T.	$\sqrt[3]{T^2}$	Valeurs de η calculées.	Valeurs de η observées.
0	373	41,08	1,000	1,000
100	373	51,83	1,261	1,209
200	473	60,71	1,477	1,417
300	573	69,00	1,679	1,646

Ce tableau nous montre que les résultats de nos observations s'écartent peu de ceux qui ont été obtenus par d'autres expérimentateurs; cependant on peut remarquer qu'ils sont un peu plus faibles, circonstance qui est peut-être due à un léger frottement qui se produirait entre le curseur et le tube lui-même; ou encore à ce que la valeur du frottement de l'air contre le tube lui-même n'est pas complètement négligeable. Cela étant, si les prévisions que nous avons émises au commencement de ce travail sont exactes, il faut que le coefficient de frottement varie comme la racine carrée de la température absolue, si l'on considère les plus basses pressions auxquelles nous avons opéré. Si notre hypothèse se vérifie d'une manière absolument rigoureuse, nous constaterons même que les résultats observés seront légèrement inférieurs aux valeurs calculées.

Voici le résultat de cette comparaison :

Températures.	Températures absolues T.	$\sqrt{T}$	Valeurs de η calculées.	Valeurs moyennes de η observées pour des pressions de 10, 20, 30, 41 et 78 millimètres.
0	*273*	*16,52*	*1,000*	*1,000*
100	*373*	*19,31*	*1,169*	*1,146*
200	*473*	*21,75*	*1,316*	*1,284*
300	*573*	*23,94*	*1,449*	*1,437*

Il nous semble impossible de désirer un accord plus satisfaisant entre la théorie et l'observation, eu égard aux difficultés de ces recherches. ON PEUT DONC AFFIRMER DÈS A PRÉSENT QUE LA THÉORIE DE M. CLAUSIUS S'ACCORDE PARFAITEMENT AVEC LES FAITS QUI SE RATTACHENT AU FROTTEMENT INTÉRIEUR DE CES CORPS, ET CELA CONTRAIREMENT A CE QU'ON AVAIT PENSÉ JUSQU'ICI. SEULEMENT, CETTE CONCEPTION N'EST APPLICABLE QU'AUX GAZ PRIS DANS UN ÉTAT DE RARÉFACTION SUFFISANT.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier M. F. Deruyts, qui a bien voulu s'occuper avec moi de ces déterminations.

Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes; par Jacques Deruyts, chargé de cours à l'Université de Liége.

I. — Soit $I = I(q', q'', q''' \ldots)$ une fonction invariante : cette fonction contiendra en général des séries de quantités de trois espèces : 1° les variables $x_1, x_2, \ldots x_n$; 2° les variables contragrédientes $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$; 3° les coefficients de formes algébriques

$$f = \sum P_\alpha a_{\alpha_1 \alpha_2 \ldots \alpha_n} x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \ldots x_n^{\alpha_n},$$

$$f_1 = \sum P_\beta b_{\beta_1 \beta_2 \ldots \beta_n} x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \ldots x_n^{\beta_n}, \text{ etc.}$$

(pour abréger, nous représentons par P_α, P_β, ... les coefficients polynomiaux

$$\frac{1.2 \ldots (\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n)}{1.2 \ldots \alpha_1 . 1.2 \ldots \alpha_2 \ldots 1.2 \ldots \alpha_n}, \quad \frac{1.2 \ldots (\beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_n)}{1.2 \ldots \beta_1 . 1.2 \ldots \beta_2 \ldots 1.2 \ldots \beta_n}, \text{ etc...})$$

Dans l'expression $I(q', q'', q''' \ldots)$, chacune des lettres $q', q'', q''', \ldots$ servira à représenter, soit les produits des variables x ou des variables ξ compris dans I, soit une série de coefficients relatifs à une même forme.

Désignons par $Q', Q'', Q''', \ldots$ les transformées des séries de quantités $q', q'', q''', \ldots$ quand les variables $x_1, x_2, \ldots x_n$

se transforment en de nouvelles variables X_1, X_2, ... X_n, suivant les formules

$$x_1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \cdots + \alpha_{1n}X_n,$$
$$x_2 = \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \cdots + \alpha_{2n}X_n,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Nous aurons

$$I(Q', Q'', Q''', ...) = \delta^p I(q', q'', q''', ...) \text{ (*)} \quad . \quad . \quad (A)$$

en représentant par δ le déterminant

$$\Sigma \pm [\alpha_{11}\alpha_{22} \ldots \alpha_{nn}].$$

La formule (A) résulte uniquement de la manière dont les séries de quantités q', q'', q''', ... se transforment en Q', Q'', Q''' ... Par suite, on obtient :

$$I(\pi', \pi'', \pi''', \ldots) = \delta^p I(p', p'', p''' . .),$$

s'il existe entre les quantités p et π les mêmes relations qu'entre les quantités q et Q.

En conséquence, la quantité I $(p', p'', p''', \ldots)$ est une fonction invariante, si les conditions suivantes sont vérifiées : 1° les quantités comprises dans p', p'', p''', ... s'expriment en fonction entière de quantités analogues à celles qui sont comprises dans q', q'', q''', ... 2° les séries de quantités π', π'', π''', ... s'obtiennent, à part une puis-

---

(*) Comme on le fait souvent, nous appellerons le nombre p *l'indice* de la fonction invariante.

sance de δ, en remplaçant dans p', p'', p''', ... les quantités q', q'', q''', ... par leurs transformées Q', Q'', Q''' ... (*).

Cette remarque bien simple peut être prise comme point de départ, pour établir la plupart des procédés de formation pour les fonctions invariantes.

Nous en déduirons quelques propositions, qui n'ont pas encore été signalées, du moins à notre connaissance.

II. — Dans ce qui suit, nous représenterons par les lettres majuscules, les transformées des quantités représentées par les lettres minuscules correspondantes; nous aurons ainsi :

$$x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} = \frac{1}{P_x} \frac{df}{da_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n}},$$

$$X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} \dots X_n^{\alpha_n} = \frac{1}{P_x} \frac{df}{dA_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n}}.$$

Quelle que soit la fonction φ, les dérivées $\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n}}$ se transforment, par les mêmes équations linéaires en les dérivées $\frac{d\varphi}{dA_{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n}}$. Par suite les produits $x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n}$ se trans-

---

(*) Si les formes f, f_1, ... au lieu d'être quelconques (comme on le suppose d'habitude), appartiennent à certaines classes particulières, le raisonnement précédent se maintient chaque fois que la formule (A) peut se vérifier, sans l'emploi des relations qui existent entre les coefficients de f, f_1, ... En particulier, les coefficients a, b, ... peuvent dépendre les uns des autres, de telle sorte qu'il n'existe entre eux aucune relation algébrique entière, dont les degrés soient inférieurs ou égaux aux degrés correspondants de la fonction invariante I. Par exemple, la forme f pourra être une puissance d'une forme linéaire, si la fonction I est du premier degré par rapport aux coefficients a : c'est ce qui a lieu quand on fait usage de la notation d'*Aronhold*.

forment en les produits $X_1^{\alpha_1}X_2^{\alpha_2}\ldots X_n^{\alpha_n}$, de la même manière que les dérivées $\frac{1}{P_\alpha}\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}$ se tranforment en $\frac{1}{P_\alpha}\frac{d\varphi}{dA_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}$.

Prenons pour φ une fonction invariante; nous aurons $\varphi = \left(\frac{1}{\delta}\right)^{p_1}\Phi$, si Φ est l'expression obtenue en remplaçant dans φ, les différentes quantités par leurs transformées. La remarque indiquée ci-dessus (§I) nous conduit à ce théorème :

Si une fonction invariante J *contient les variables* x *au degré* $\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_n$, *on obtiendra une fonction invariante en y remplaçant les produits* $x_1^{\alpha_1}x_2^{\alpha_2}\cdots x_n^{\alpha_n}$ *par les dérivées* $\frac{1}{P_\alpha}\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}$ *d'une fonction invariante* φ : *l'indice de la nouvelle fonction invariante est égal à la somme des indices de* J *et de* φ.

III. — D'après le théorème précédent, on déduit de l'invariant identique

$$(x_1\xi_1 + x_2\xi_2 + \cdots + x_n\xi_n)^\alpha,$$

la fonction invariante

$$\theta = \sum \xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_n^{\alpha_n}\,\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}\ (^*), \quad . \quad . \quad . \quad \text{(B)}$$

en représentant par $\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$ les dérivées $\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}$ d'une fonction invariante φ. (Pour continuer le système de notation, nous prendrons pour la suite, $\bar{b}_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n} = \frac{d\varphi'}{db_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n}}$, φ' étant une fonction invariante, différente ou non de φ, etc.).

(*) On a nécessairement $\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n = \alpha$.

On a d'après la formule (B) :

$$\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_n^{\alpha_n}=\frac{d\theta}{d\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}:$$

on obtient de même

$$\Xi_1^{\alpha_1}\Xi_2^{\alpha_2}\ldots\Xi_n^{\alpha_n}=\frac{d\theta}{d\bar{\mathrm{A}}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}\times\delta^{p_1}.$$

Par suite, les produits $\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_n^{\alpha_n}$ se transforment en $\Xi_1^{\alpha_1}\Xi_2^{\alpha_2}\ldots\Xi_n^{\alpha_n}$ de la même manière que les dérivées $\frac{dk}{d\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}$ se transforment en $\frac{dk}{d\bar{\mathrm{A}}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}\delta^{p_1}$, k étant une fonction quelconque des dérivées $\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$. Supposons, en particulier, que la fonction k est invariante; nous obtenons ce théorème, corrélatif du précédent :

Si une fonction invariante contient les variables ξ au degré $\alpha_1+\alpha_2+\cdots+\alpha_n$, on obtient une fonction invariante, en y remplaçant les produits $\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_n^{\alpha_n}$ par les dérivées $\frac{dk}{d\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}$ d'une fonction invariante k *des quantités $\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$.*

IV. — Dans un travail que nous avons présenté récemment au jugement de l'Académie (*), nous avons obtenu la proposition suivante, comme généralisation d'un théorème établi par *MM. Cayley et Sylvester*, au moyen de considérations différentes (**) :

(*) *Sur la théorie des formes algébriques à un nombre quelconque de variables* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e sér., t. XV).

(**) Cayley : *An Introductory Memoir upon Quantics* (Philosophical Transactions, vol. 144, p. 252). Sylvester. *Sur les actions mutuelles des fonctions invariantives* (Journal für Mathematick, Bd. 85).

Si

$$g(a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\ \ b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n}\ldots x,\ \xi),$$

est une fonction invariante, il en est de même de :

$$g\left(\frac{1}{\mathrm{P}_\alpha}\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\ \ \frac{1}{\mathrm{P}_\beta}\bar{b}_{\beta_1\ldots\beta_n},\ldots\xi,\ x\right),$$

quelles que soient les fonctions invariantes auxquelles se rapportent les symboles $\bar{a}$, $\bar{b}$, ...

Pour simplifier l'écriture, nous représenterons par $\omega(\mathrm{F})$ la quantité

$$\mathrm{F}\left(\frac{1}{\mathrm{P}_\alpha}\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\ \ \frac{1}{\mathrm{P}_\beta}\bar{b}_{\beta_1\ldots\beta_n}\ldots\xi,\ x\right),$$

en supposant

$$\mathrm{F}=\mathrm{F}\left(a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\ \ b_{\beta_1\ldots\beta_n}\ldots x,\ \xi\right).$$

Nous appliquerons le théorème obtenu dans le paragraphe précédent, en supposant la fonction invariante k, égale à la transformée d'une fonction invariante g, par l'opération ω; il en résultera :

$$\frac{dk}{d\bar{a}_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}=\frac{1}{\mathrm{P}_\alpha}\,\omega\left(\frac{dg}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right),$$

et nous pourrons énoncer la proposition suivante :

Si une fonction invariante contient les variables ξ *au degré* $\alpha_1+\alpha_2+\cdots+\alpha_n$, *on obtient une fonction du même genre, en y remplaçant les produits* $\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2}\ldots\xi_n^{\alpha_n}$ *par les quantités* $\frac{1}{\mathrm{P}\alpha}\,\omega\left(\frac{dg}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right)$, *$g$ étant une fonction invariante.*

V. — Considérons actuellement une fonction invariante linéaire par rapport aux coefficients $a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$: on aura encore une fonction invariante en remplaçant ces coefficients par les produits $\eta_1^{\alpha_1}\,\eta_2^{\alpha_2}\,\ldots\,\eta_n^{\alpha_n}$, si les lettres η désignent des quantités cogrédientes aux variables ξ. On peut appliquer aux quantités η les raisonnements précédents relatifs aux quantités ξ : on obtiendra donc une fonction invariante, en remplaçant les produits $\eta_1^{\alpha_1}\,\eta_2^{\alpha_2}\ldots\eta_n^{\alpha_n}$ par les quantités $\frac{1}{P_\alpha}\,\omega\left(\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right)$. Il résulte de là que si une fonction invariante J contient au premier degré les coefficients $a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$, on aura encore une fonction invariante, en remplaçant ces coefficients par $\frac{1}{P_\alpha}\,\omega\left(\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}}\right)$.

Ce résultat est susceptible de généralisation : en effet, une fonction invariante du degré r pour les coefficients a peut être réduite à une fonction invariante linéaire par l'introduction de $r - 1$ formes nouvelles, dont nous représenterons les coefficients par a', a'', ... a^{r-1}; de plus, cette réduction s'effectuera de telle sorte, qu'en faisant

$$a' = a, \quad a'' = a, \ldots \quad a^{r-1} = a,$$

on retrouvera la fonction invariante primitive. Nous appliquerons à la fonction invariante linéaire la transformation indiquée ci-dessus, en remplaçant les coefficients tels que

$$a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}, \quad a'_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}, \ldots \quad a^{r-1}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},$$

par $\frac{1}{P_\alpha}\,\omega\left(\frac{d\varphi}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right)$, et nous obtenons ce théorème :

Si

$$J(a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\quad b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n},\ldots x,\ \xi),$$

est une fonction invariante, il en est de même de

$$J\left(\frac{1}{P_x}\,\omega\left(\frac{dg}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right),\quad b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n},\ldots x,\ \xi\right),$$

g étant une fonction invariante.

Il est visible que l'on peut remplacer en même temps dans J, les coefficients $b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n}$ par $\frac{1}{P_\beta}\,\omega\left(\frac{dg'}{db_{\beta_1\ldots\beta_n}}\right)$ etc...

VI. — Les résultats précédents peuvent s'étendre aux fonctions que nous avons appelées *fonctions semi-invariantes directes ou inverses :* la nature de ces fonctions conduit cependant à introduire quelques modifications. Nous pouvons énoncer les propositions suivantes.

1° *Si une fonction semi-invariante directe* (*ou inverse*) *contient les variables* x *au degré* $\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_n$, *on obtiendra une fonction de même espèce, en remplaçant les produits* $x_1^{\alpha_1}\,x_2^{\alpha_2}\ldots x_n^{\alpha_n}$ *par*

$$\left(\frac{d\psi}{d\xi_1}\right)^{\alpha_1}\left(\frac{d\psi}{d\xi_2}\right)^{\alpha_2}\cdots\left(\frac{d\psi}{d\xi_n}\right)^{\alpha_n}\quad\text{ou}\quad\frac{1}{P_x}\,\frac{d\psi}{da_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}},$$

ψ étant une fonction semi-invariante directe (*ou inverse*).

2° *Si une fonction semi-invariante directe* (*ou inverse*) *contient les variables* ξ *au degré* $\mu_1 + \mu_2 + \ldots + \mu_n$, *on obtiendra une fonction de même espèce en remplaçant les*

produits $\xi_1^{\mu_1}\xi_2^{\mu_2}\ldots\xi_n^{\mu_n}$ *par*

$$\left(\frac{d\chi}{dx_1}\right)^{\mu_1}\left(\frac{d\chi}{dx_2}\right)^{\mu_2}\cdots\left(\frac{d\chi}{dx_n}\right)^{\mu_n} \quad \text{ou} \quad \frac{d\chi}{d\bar{a}_{\mu_1\mu_2\ldots\mu_n}},$$

χ *étant une fonction semi-invariante directe* (*ou inverse*) *exprimable dans le second cas au moyen des dérivées* $\mathfrak{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$ (*).

3° *Si*

$$S(a_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n},\ b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n}\ldots x,\ \xi),$$

est une fonction semi-invariante directe (*ou inverse*), *la quantité*

$$S\left(\frac{1}{P_\chi}\,\omega\left(\frac{dt}{da_{\alpha_1\ldots\alpha_n}}\right),\ b_{\beta_1\beta_2\ldots\beta_n},\ldots x,\ \xi\right)$$

est une fonction de même espèce, si t *est une fonction semi-invariante inverse* (*ou directe*) (**).

Nous pensons que l'on trouvera facilement la démonstration de ces propositions, en se reportant à notre travail déjà cité *Sur la théorie des formes algébriques, etc...*

(*) Les dérivées représentées par $\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$ doivent se rapporter à des fonctions semi-invariantes directes (ou inverses).

(**) Par l'opération ω, on introduit des dérivées analogues à $\bar{a}_{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_n}$ qui doivent se rapporter à des fonctions semi-invariantes directes (ou inverses).

Liège, le 12 mai 1888.

—

Étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur la fonte; par Eug. Prost, assistant de chimie générale à l'Université de Liége.

On sait depuis longtemps que la fonte traitée par les acides se comporte différemment suivant la concentration de l'acide et l'espèce de fonte employée. Mais, jusqu'ici, aucun travail d'ensemble ne paraît avoir été entrepris dans cette direction. On ne trouve dans les ouvrages dans lesquels la question est signalée, que la description de faits isolés, sans lien et sans suite. Percy (1), dans son Traité de métallurgie, parlant de l'action de l'acide chlorhydrique dilué sur la fonte blanche, mentionne la formation d'un résidu volumineux de densité extrêmement faible et de couleur brunâtre. Mais cette description n'est accompagnée d'aucune donnée analytique; les conditions de la réaction ne sont pas davantage indiquées. Le même caractère vague se retrouve dans les quelques observations relatives à l'action des acides sur la fonte grise. En résumé, il semble que la plupart des faits actuellement connus ont été découverts accidentellement et que les auteurs se sont bornés à décrire le côté physique des phénomènes qu'ils avaient eu l'occasion de constater. Et pourtant l'étude de l'action des acides sur la fonte peut avoir les conséquences

---

(1) Percy. *Die Métallurgie*, 2e Bd., 2e Lief., pages 187 et suiv.

les plus intéressantes au point de vue de la constitution même de cette matière si utile. En effet, si, comme c'est le fait pour des concentrations différentes d'un même acide, le résidu indissous varie en quantité, il doit nécessairement varier aussi en composition; en d'autres termes, pour une concentration déterminée, il y a dissolution de certains constituants, carbures, phosphures, etc., les autres restant inattaqués; en changeant suffisamment les conditions, on arrivera à réunir des séries de résultats dont la comparaison pourra fournir d'intéressantes conclusions. Si d'un acide on passe à un autre, de nouveaux faits apparaîtront et avec eux des déductions nouvelles.

Il semble donc qu'on ait dans les acides un instrument qui permettra de pénétrer la nature intime de la fonte, d'en faire en quelque sorte l'analyse spécifique. Cette matière n'apparaîtrait plus alors comme un complexe d'éléments, sans union définie, mais bien comme la juxtaposition d'espèces chimiques distinctes; et l'on trouverait dans la proportion relative de ces espèces l'explication des différences étonnantes que de faibles variations de la composition élémentaire amènent dans les propriétés des fontes. Le présent travail a été dicté par ces considérations. Il réunit un nombre de faits suffisants pour montrer combien l'acide chlorhydrique agit différemment sur la fonte suivant qu'il est concentré ou dilué, et par là même quelle est la variété des composés chimiques qui peuvent coexister dans cette matière.

Je me propose de poursuivre dans des recherches ultérieures cette première étape réalisée dans la direction que je viens d'indiquer.

Méthode suivie dans les essais.

La fonte sur laquelle j'ai fait agir l'acide chlorhydrique était une fonte blanche renfermant :

	I.	II.
Carbone total	3,13	3,17
Carbone combiné	2,67	2,70
Graphite	0.46	0,47
Fer.	85,92	—
Phosphore	2,65	2,75
Silice	0,91	0,92

Les concentrations des acides employés dans une première série d'essais étaient respectivement de 58gr,454, 116,917 et 233,845 HCl par litre, c'est-à-dire qu'elles croissaient suivant une progression géométrique dont la raison est 2. Pour des motifs qui seront exposés plus loin, j'ai opéré ensuite avec des acides contenant par litre : 469gr,400, 310,998, 272,400 et 29,227 HCl.

Tous les essais ont été faits dans les conditions suivantes :

20 grammes de fonte pulvérisée étaient additionnés en une fois du double de la quantité d'acide nécessaire pour dissoudre 20 grammes de fer conformément à l'équation :

$$Fe + 2\,HCl = Fe\,Cl^2 + H^2.$$

On chauffait ensuite au bain-marie (85° environ) pendant

six heures, en agitant de temps en temps le liquide, on laissait en repos pendant une demi-heure environ, puis on filtrait sur filtre en asbeste taré; après lavage complet à l'eau distillée, on desséchait le tout à l'étuve jusqu'à poids constant, à une température de 125° à 130°. On déterminait ensuite dans le résidu la proportion de carbone, hydrogène, fer et phosphore. Je ferai remarquer dès maintenant que, bien avant le terme des six heures de chauffe, la réaction entre la fonte et l'acide se ralentissait au point de ne plus permettre de constater de dégagement gazeux continu, et cela, quelle que fût la concentration initiale de l'acide.

RÉSULTATS NUMÉRIQUES.

Tableau A.

Variation de la quantité de résidu suivant les concentrations de l'acide chlorhydrique.

Teneur des acides en HCl par litre.	Volume d'acide employé en c. c.	Aspect du résidu séché à 130°.	Poids du résidu de 20 grammes de fonte.	Résidu rapporté à 100 grammes de fonte.
469gr,400	132	Jaune grisâtre très ténu.	0gr,9373	4,68
310,998	167	Idem.	0,8380	4,19
272,400	191	Idem.	1.2525	6.26
233,845	223	Idem.	1.9514	9,75
116,917	447	Noirâtre; dense.	5,1800	25,90
58,454	894	Idem.	6,8196	34,09
29,227	1788	Idem.	8,2668	41,33

Tableau B.

Composition centésimale des résidus. — Acide chlorhydrique à

ÉLÉMENTS.	469,400	310,998	272,400	233,845	116,917	58,454	29,227
Carbone	13,30	12,54	8,63	6,07	3,55	2,60	2,35
Hydrogène	1,93	2,07	1,50	0,94	0,25	0,15	0,12
Fer.	26,32	23,22	44,51	56,28	79.90	89,16	91,80
Phosphore	12,17	11,66	10,95	6,98	3,01	0,89	0,93

Les nombres relatifs au carbone et à l'hydrogène sont la moyenne des résultats de deux analyses concordantes.

Tableau C.

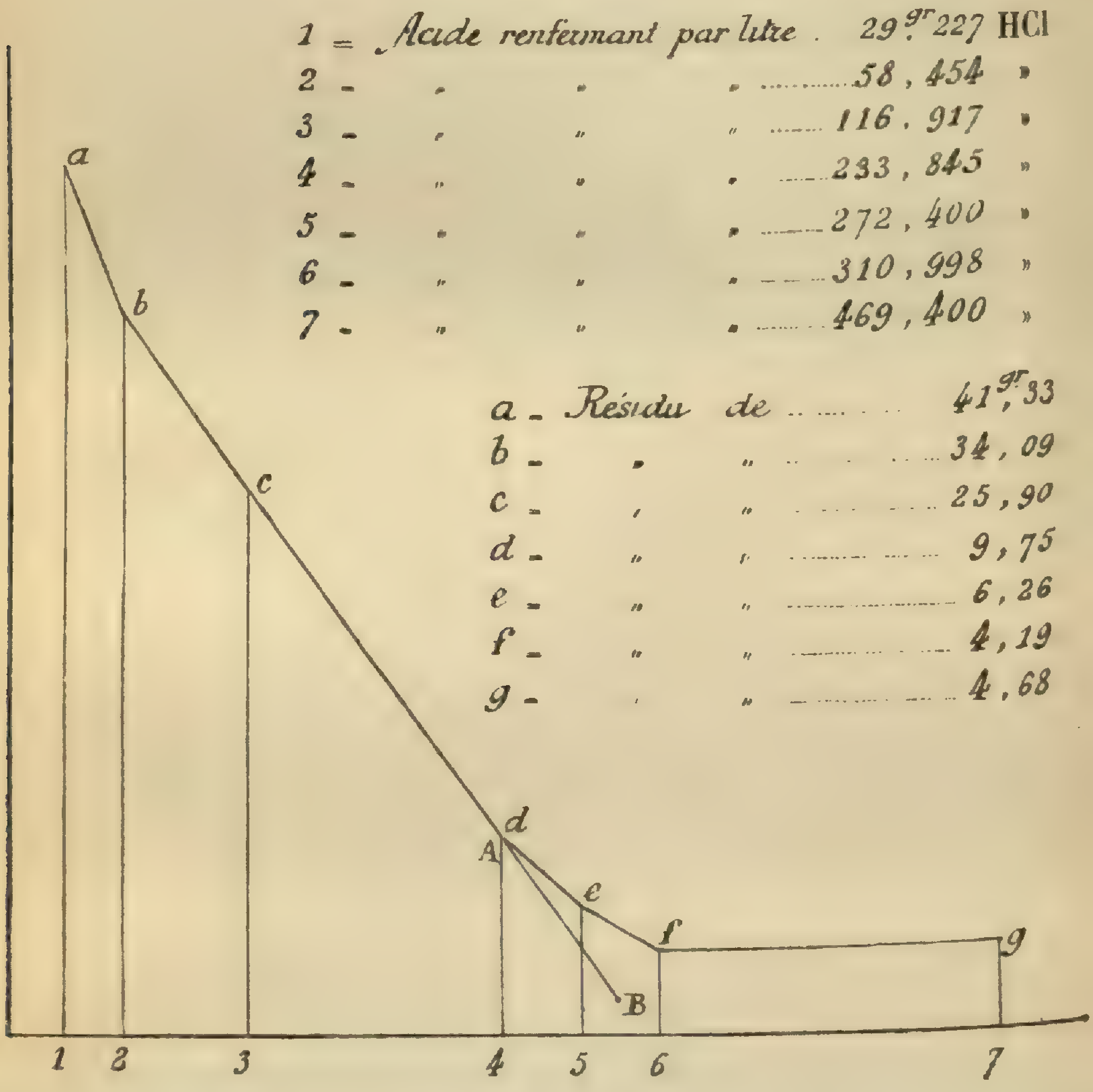
Quantités absolues des constituants des résidus rapportées à 100 parties de fonte.
Résidu obtenu avec l'acide à

ÉLÉMENTS.	469,400.	310,998.	272,400.	233,845.	116,917.	58,454.	29,227.
C. total	0,647	0,625	0,540	0,589	0,919	0,885	1,047
C. combiné restant	0,187	0,065	0,080	0,129	0,459	0,425	0,587
C. dégagé	2,503	2,625	2,610	2,563	2,231	2,265	2,103
Hydrogène	0,094	0,087	0,094	0,092	0,065	0,053	0,050
Fer.	1,234	0,972	2,581	5,470	20,695	30,403	37,947
P. restant	0,593	0,489	0,686	0,681	0,780	0,304	0,387
P. dégagé	2,107	2,211	2,014	2,019	1,820	2,396	2,313
Résidu total.	4,68	4,19	6,26	9,75	25,90	34,09	41,33

EXAMEN DES RÉSULTATS.

1° Variation de la quantité du résidu avec la concentration de l'acide. (Voir tableau A.)

Pour plus de facilité, rapportons à deux axes rectangulaires les résultats consignés dans le tableau A. Nous arrivons ainsi au tracé graphique suivant :



Dans ce tracé, l'axe des abscisses porte les concentrations des acides employés; les ordonnées représentent les résidus rapportés à 100 parties de fonte.

L'examen de cette courbe montre tout d'abord que l'importance du résidu est d'autant plus considérable que l'acide employé est plus faible. Toutefois il n'y a pas de proportionnalité entre les concentrations et les nombres représentant les résidus. Il est à remarquer que les trois points correspondant aux acides 233,845, 116,917 et 58,454, sont en ligne droite. Ces trois points ayant été déterminés seuls d'abord, il devenait intéressant de savoir si, pour des acides de concentrations supérieures à 233,845 HCl et inférieures à 58,454 HCl, l'allure se maintiendrait, auquel cas, pour une teneur de 290 grammes environ HCl par litre, tous les éléments de la fonte solubles dans l'acide chlorhydrique auraient dû se dissoudre. Le point B du prolongement AB du tracé correspondrait alors à un résidu de $1^{gr},40$ environ, somme approximative des éléments inattaquables (graphite, silice, etc.). Les essais entrepris dans cette direction ont montré qu'il n'en est pas ainsi. Pour toute concentration supérieure à $233^{gr},845$, la quantité de fonte attaquée croît très lentement. Il semble même qu'au delà de 310 grammes par litre, la force de l'acide soit sans influence. Comme le montre le tableau, le résidu obtenu avec l'acide à 469 grammes est même légèrement supérieur à celui que laisse l'acide à 310 grammes. Toutefois il nous paraît que ce fait est dû exclusivement à la très grande concentration de la solution obtenue, vers la fin de la réaction, avec le premier de ces acides; on constate, en effet, que le liquide, dès qu'il cesse d'être chauffé, laisse déposer immédiatement une abondante cristallisation de chlorure ferreux. Il se peut donc que, même

au bain-marie, un peu de ce sel se dépose et empêche le contact de l'acide avec les dernières parties de la fonte.

Le fragment de courbe compris entre les concentrations 58,454 et 29,227 se relève notablement; cette allure permet de supposer que, pour toute dilution supérieure à 29,227 HCl par litre, la quantité du résidu augmente rapidement; un acide ne contenant, par exemple, que 5 grammes d'acide chlorhydrique par litre, n'attaquerait probablement qu'une très faible quantité de fonte.

2° *Influence de la concentration de l'acide sur la nature des résidus.* (Voir tableaux B et C.)

Comme le montre le tableau B, les résidus deviennent de plus en plus pauvres en carbone, hydrogène et phosphore à mesure que la concentration des acides diminue. Le contraire a lieu pour le fer. De même que pour le résidu total, les différences sont surtout nettement accusées entre les acides forts (de 469,400 à 233,845) et les acides dilués, dont le premier terme contient 116^{gr},917 HCl par litre. Si nous considérons les nombres qui expriment la quantité des différents éléments des résidus rapportés à 100 parties de fonte (tableau C), nous constatons d'abord que, dans aucun cas, la totalité du carbone combiné ne s'est dégagée. La partie restante va en augmentant à mesure que les acides deviennent plus dilués. En réalité, cet accroissement ne s'observe qu'à partir de l'acide à 310^{gr},998; mais l'anomalie, si l'on peut ainsi dire, que présente le nombre 0,187 obtenu avec l'acide à 469^{gr},400 provient probablement d'une attaque rendue incomplète par suite de la grande concentration de la solution; une

remarque analogue a d'ailleurs été faite antérieurement à propos du résidu total. On observe ensuite que l'accroissement devient très brusque lorsqu'on passe du dernier acide concentré aux acides dilués; tandis que la moyenne du carbone combiné restant avec les quatre acides concentrés est de $0^{gr}115$, soit 4,29 °/₀ du carbone combiné total, cette moyenne s'élève avec les acides dilués à $0^{gr},490$, soit 18,28 °/₀.

Le même fait s'observe pour le fer. Remarquons ici l'énorme quantité de fer laissée indissoute par les acides dilués; dans l'essai fait avec de l'acide à 29 grammes par litre, la proportion de fer inattaquée est à peu près la moitié de la quantité contenue dans la fonte. Les nombres fournis par le phosphore montrent que, dans la plupart des cas, le $^1/_3$ environ de cet élément reste dans le résidu probablement à l'état de phosphure de fer. Il est à noter cependant qu'avec les deux acides les plus dilués, la quantité de phosphore qu'on retrouve dans le résidu est à peu près moitié moindre que celle qu'on observe dans les autres essais.

La quantité d'hydrogène existant dans les produits de l'attaque de la fonte par l'acide chlorhydrique présente un intérêt tout particulier. Remarquons d'abord qu'il est absolument inadmissible que cet hydrogène soit exclusivement combiné à du carbone. Dans plusieurs cas, en effet, comme le montre le tableau *C*, la quantité de cet élément va même jusqu'à dépasser notablement celle du carbone combiné non dégagé. Ici encore, il existe des différences notables, suivant que l'on considère les produits obtenus avec les acides forts ou avec les acides faibles. On constate avec les premiers une moyenne de $0^{gr},091$ d'hydrogène; avec les seconds, cette moyenne descend à $0^{gr},056$, soit une diminution de plus d'un tiers. De plus, les variations

de l'hydrogène se produisent en sens inverse de celles du carbone, et il est particulièrement remarquable que ce soient les résidus les plus riches en carbone combiné qui renferment le moins d'hydrogène. Ce fait contribuerait encore à faire admettre qu'une notable partie de l'hydrogène est en combinaison avec un des éléments des résidus autre que le carbone.

Considérations générales sur les faits précédents.

Les faits signalés dans les pages qui précèdent soulèvent plus d'un problème. Et d'abord, pourquoi l'acide chlorhydrique, agissant sur la fonte, laisse-t-il, suivant son degré de dilution, des quantités de résidus si différentes? Bien qu'à première vue la concentration de l'acide paraisse seule en cause, en y regardant de plus près, on est forcé de reconnaître qu'il n'en est pas tout à fait ainsi. En effet, prenons deux résultats quelconques dans le tableau *A*, par exemple ceux que fournissent les acides à 233,845 et à 116,917 HCl par litre. Nous avons dans le premier cas une quantité x d'acide chlorhydrique dans un volume de 223 c.c. et un résidu de $1^{gr},93$ pour 20 grammes de fonte. Dans le second cas, nous avons la même quantité x d'acide, mais dans un volume de liquide double du précédent, soit 447 c.c. Or, si nous considérons l'état d'acidité du premier de ces deux liquides à la fin de la réaction, nous constatons que cet état d'acidité est plus grand que celui d'un égal volume du second liquide avant sa réaction sur la fonte. Et cependant, plus rien ne se dissout, tandis que le second acide mis au contact de 20 grammes de fonte en dissout plus de 15 grammes, malgré sa concentration initiale plus faible.

Il n'est guère admissible que le ralentissement de la dissolution soit dû au sel ferreux qui prend naissance dans la réaction; au contraire, dans l'état actuel de nos connaissances, la présence de sel en solution doit, au contraire, activer l'énergie de l'acide. Peut-être les phénomènes qui nous occupent sont-ils aussi en relation avec l'état électrique des liquides à tel ou tel moment des réactions. En tous cas, ces considérations n'excluent pas une hypothèse que j'ai déjà indiquée au début de ce travail et qui repose sur le manque d'homogénéité de la fonte. En nous reportant au tableau *A*, nous sommes frappé de l'énorme différence du poids du résidu laissé par les acides forts d'une part, et d'autre part par les acides faibles. Pour citer un exemple, l'acide renfermant 233 grammes HCl par litre laisse 10 °/₀ environ de matières indissoutes, tandis qu'avec celui dont la concentration est moitié moindre, le résidu est à peu près trois fois plus considérable. Cet écart est trop grand pour être dû exclusivement à la dilution plus ou moins grande des dissolvants. Il est plus que probable que si, dans les deux cas que je viens de rappeler, on avait employé, au lieu de fonte, du fer pur, c'est-à-dire une matière homogène, la dissolution eût été complète de part et d'autre au bout des six heures de chauffe. Il est donc au moins plausible de supposer que le résidu laissé par un acide d'une concentration donnée possède une composition, un groupement atomique spécial, qui le rend réfractaire à toute attaque ultérieure de cet acide, les autres conditions restant les mêmes, tandis qu'il pourrait encore entrer en réaction avec un acide d'une autre concentration. En un mot, le résidu laissé par un acide ne devrait pas être considéré comme étant de la fonte inattaquée, mais bien comme une sorte de fonte nouvelle, formée par

la réunion de certaines espèces chimiques inattaquables par l'acide employé. A l'appui de cette hypothèse, je ferai remarquer que le résidu que donnent les acides les plus forts, bien que renfermant une notable proportion de fer, sont d'une telle ténuité et d'une densité si faible qu'il semble que cet élément n'y existe pas à l'état libre. Je me propose de revenir ultérieurement sur ce point que je ne puis qu'indiquer aujourd'hui.

Un fait très remarquable, dont il a déjà été question à propos de l'examen des résultats, consiste dans la présence de quantités relativement grandes d'hydrogène dans les résidus. Bien qu'il fût évident que le carbone combiné non dégagé était insuffisant pour saturer tout cet hydrogène, il était intéressant de connaître avant tout la proportion dans laquelle ces deux éléments étaient combinés l'un à l'autre.

J'ai dans ce but réalisé l'expérience suivante : 500 grammes de fonte ont été traités par du HCl contenant 310 grammes HCl par litre, en observant toutes les conditions des essais précédents en ce qui concerne la quantité d'acide employée et la température du liquide. Le résidu insoluble a, été après lavage, séché à 130°, puis traité à plusieurs reprises par de l'éther purifié au sodium et ne laissant aucun résidu à l'évaporation. Dans cette opération, on constate que l'éther se colore fortement en brun en se chargeant de matières organiques. La solution éthérée soumise à l'évaporation a laissé un résidu brun-noir, de consistance pâteuse, dans lequel, après dessiccation à 100°, j'ai dosé le carbone et l'hydrogène. Les nombres obtenus étaient :

Carbone	79,70	Moyenne de deux analyses concordantes
Hydrogène	10,75	
Autres corps . . .	9,55	

Ces nombres conduisent sensiblement au rapport atomique $C^1H^{1\,2/3}$ ou C^3H^5 (allyle). Faisons application de ce résultat aux nombres obtenus dans l'essai fait avec de l'acide à 310gr,998 par litre, dont la concentration est pour ainsi dire identique à celle qui a été choisie pour l'expérience précitée. Nous avons dans ce cas, pour 0gr,065 de carbone combiné non dégagé, 0gr,087 d'hydrogène. Si nous admettons que 5 atomes d'hydrogène = 5 sont unis à 3 atomes de carbone = 3 × 12 = 36, nous trouvons, tout calcul fait, que seulement 0gr,009 d'hydrogène sont combinés au carbone. A quoi peuvent être unis les 0gr,078 restants? Il est au moins peu probable que les éléments métalloïdiques du résidu, autres que le carbone, c'est-à-dire, le phosphore, le silicium, etc., retiennent de l'hydrogène. On en arrive donc à se demander si l'hydrogène en excès n'est pas en combinaison avec du fer, bien que, *a priori*, il semble difficile d'admettre que de l'hydrure de fer, dont l'existence même est encore contestée, puisse se former en présence d'acide libre. Il paraît, cependant, que tout au moins dans les résidus obtenus avec les acides concentrés, le fer n'existe pas à l'état libre; outre leur ténuité comparable à celle de la magnésie, ces résidus flottent sur l'eau, même après que cette eau a été chauffée de façon à ramollir suffisamment les matières organiques pour permettre au fer libre qui pourrait s'y trouver de se déposer au fond du vase. A côté de cette hypothèse, il en est une autre au moins aussi plausible. On admet actuellement dans la fonte deux espèces de carbone : le carbone dit graphitique et le carbone combiné. Certains travaux tendent même à faire admettre une troisième variété, désignée sous le nom de carbone semi-combiné, dont les

propriétés varieraient avec les conditions dans lesquelles il se forme. Le carbone graphitique supposé incapable d'entrer en réaction ne pourrait-il au contact du fer et d'un acide passer à l'état de cette variété instable dite semi-combinée et former des composés plus ou moins hydrogénés, que seule une ébullition prolongée parviendrait à détruire. A l'appui de cette manière de voir, je rappellerai que, dans tous mes essais, j'ai obtenu dans les produits de la réaction des composés hydrogénés qui, une fois séparés du liquide au milieu duquel ils s'étaient formés, résistaient à une température de 130°. Or, en analyse le dosage du graphite dans la fonte se fait par ébullition avec de l'acide chlorhydrique dilué, ébullition par laquelle tout le carbone dit combiné se dégage. Est-il admissible que des corps qui, une fois formés, résistent à une température de 130°, soient éliminés mécaniquement par l'ébullition d'un liquide dont la température est sensiblement inférieure? Je ne le crois pas. Il est tout aussi peu absurde d'admettre que l'acide chlorhydrique agit différemment sur la fonte suivant la température et que le carbone dit graphitique peut entrer en réaction dans certaines conditions. Quoi qu'il en soit, l'existence de quantités relativement considérables d'hydrogène dans les résidus que laisse la fonte après traitement par l'acide chlorhydrique est assez curieuse pour que la question soit examinée de près. Je me propose d'y revenir par la suite en opérant sur du fer pur, carburé au moyen de carbone pur.

De la présence de composés organiques sulfurés dans les produits de l'attaque de la fonte par l'acide chlorhydrique.

On a vu précédemment que la somme du carbone et de l'hydrogène contenus dans l'extrait éthéré provenant du résidu de la dissolution de la fonte dans de l'acide chlorhydrique assez concentré ne représentait que les 90,5 °/₀ de la matière. J'ai constaté qualitativement qu'une partie de la différence était due à du soufre engagé dans des combinaisons organiques. Malheureusement, la quantité de matière dont je disposais ne m'a pas permis d'examiner ce fait de plus près. J'ai pu toutefois me convaincre qu'il se forme des produits organiques sulfurés pendant la dissolution de la fonte dans l'acide chlorhydrique. Malgré l'odeur dominante de la phosphamine et des autres gaz qui se dégagent sous l'action de l'acide, on parvient à distinguer assez nettement l'odeur caractéristique des composés sulfurés organiques. J'ai essayé d'isoler ces corps en opérant de la manière suivante : 150 grammes de fonte pulvérisée ont été traités par l'acide chlorhydrique dans un appareil disposé de telle manière que les gaz mis en liberté traversaient plusieurs flacons contenant de l'acide nitrique fumant. L'opération terminée, le contenu des flacons a été évaporé à plusieurs reprises avec de l'eau pour éliminer, autant que possible, l'excès d'acide nitrique. Il est resté finalement un liquide sirupeux constitué en majeure partie par de l'acide phosphorique; la solution aqueuse de ce liquide a été saturée par le carbonate de plomb; le filtrat séparé du précipité obtenu laissait déposer par évaporation des pellicules d'aspect gras formées par un sel orga-

nique de plomb. Transformé en sel sodique et essayé sur la lame de platine, ce sel s'est comporté comme un sulfonate. Ici encore, je n'ai pu, faute de matière en quantité suffisante, identifier la substance obtenue. Il est donc acquis que, pendant la dissolution de la fonte dans l'acide chlorhydrique, il se forme des composés organiques sulfurés, dont une partie se dégage avec l'hydrogène, tandis qu'une autre partie reste dans le résidu insoluble. Le soufre existant dans ces produits échappe en tous cas à la pesée dans les procédés ordinairement suivis pour le dosage du soufre dans la fonte. De là, une erreur sur l'importance de laquelle je ne puis me prononcer actuellement. J'ai l'intention de reprendre plus tard cette questien qui, outre son côté scientifique pur, présente peut-être un certain intérêt pratique.

Sur quelques Cucurbitacées rares ou nouvelles, principalement du Congo; par Alfred Cogniaux, professeur à l'École normale de l'État, et vice-consul de l'empire du Brésil, à Verviers.

Nous donnons ici l'énumération de vingt et une espèces ou variétés de Cucurbitacées provenant du Congo ou des régions voisines de l'Afrique tropicale. Quatre de ces espèces sont nouvelles et ont été récoltées par MM. Thollon et Jacques de Brazza, membres de la mission française qui explore le Congo sous la direction de M. Savorgnan de Brazza. L'année dernière, nous avons pu admirer au Muséum d'histoire naturelle de Paris les collections, extrêmement remarquables par leur richesse et admirablement

bien préparées, envoyées du Congo par ces deux botanistes. L'administration du Muséum a eu la bienveillance d'en extraire les Cucurbitacées et les Mélastomacées et de nous les confier pour en faire l'étude : nous décrivons ici les Cucurbitacées; les Mélastomacées seront comprises dans notre monographie générale de cette famille, dont la rédaction est actuellement déjà fort avancée.

Les voyageurs anglais, français, portugais et allemands qui ont exploré les régions voisines de l'État indépendant du Congo, n'ont pas négligé la partie botanique, et leurs récoltes de plantes ont enrichi les collections publiques de leurs pays respectifs (1). Il est regrettable que l'État du Congo lui-même, où tant de Belges ont déjà résidé et résident encore, ne cherche pas à se mettre, sur ce point, à la hauteur des pays voisins : sa végétation indigène est à peu près inconnue, et nos collections publiques, du moins à notre connaissance, n'ont reçu des explorateurs africains aucun envoi de matériaux qui puissent servir à en faire l'étude. Il y a là une lacune sur laquelle nous nous permettons d'attirer l'attention.

Aux espèces africaines, nous avons ajouté la description de deux espèces et d'une variété nouvelles, récoltées par M. H. Schenck, botaniste allemand, qui a séjourné au Brésil pendant les années 1886 et 1887, et y a recueilli des collections botaniques fort riches. Non-seulement M. Schenck nous a confié toutes ses Cucurbitacées, Mélastomacées et Orchidées, mais il a eu l'obligeance de nous donner tous les doubles qu'il a récoltés de ces trois familles, et nous profitons de l'occasion pour lui en exprimer ici toute notre gratitude.

---

(1) Voir, pour les collections recueillies dans la partie allemande du sud-ouest de l'Afrique, les travaux du Dr Hans Schinz, in

1. Trochomeria debilis Hook. f.; Cogn. in *Monogr. Phan.* III, 399. — « In arenosis ad Kimberby, prov. cap. Griqualand West, altit. 1200 m., decembr. 1885 » (R. Marloth, Exsicc. austro-africana, n. 791).

2. Peponia dissecta Cogn. sp. nov.

Ramis glabris laevibusque; foliis ambitu late triangulari-ovatis, basi sinu angustiusculo profunde emarginatis, supra glabris sublaevibusque, subtus ad nervos longiuscule sparseque hirtellis, caeteris glabris et tenuiter punctatis, fere usque ad basim 5-7-lobatis, lobis profunde lobulatis sese tegentibus; nervis lateralibus basilaribus imum sinum submarginantibus; floribus masculis solitariis et longe pedicellatis, vel racemosis breviuscule pedicellatis et pedicellis basi minute bracteolatis; calyce glabro, tubo breviusculo, ab apice ad basim attenuato, lobis subulatis, subadpressis, tubo triplo brevioribus.

Rami graciles, elongati, sulcati, paulo ramulosi. Petiolus satis gracilis, striatus, longiuscule subsparseque histellus, 1-2 cm. longus. Folia lacte viridia, 6-7 cm. longa, 7-8 cm. lata; lobis subaequalibus, ad basim valde constrictis, apice acutis; lobulis divergentibus, margine remote aculeque crenulatis; sinus inter lobos angusti, obtusi, basilaris anguste rotundatus, 1-1 $^1/_2$ cm. profundus. Cirrhi filiformes, longiusculi, glabri, bifidi. Pedunculus communis masculus satis gracilis, striatus, leviter puberulus, 7-8 cm. longus, usque ad medium 8-10 florus; pedicelli patuli, 6-10 mm. longi; bracteolae reflexae, obovato-spathulatae, integrae, leviter puberulae, 2-3 mm. longae. Calycis tubus 13-15 mm. longus, apice 5-6 mm latus;

Abhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, année 1888. Dans le volume XXX de ce recueil, p. 149, nous avons décrit 7 espèces et 2 variétés nouvelles de Cucurbitacées originaires de cette région allemande.

lobi 4-6 mm. longi. Petala ut videtur lutea, erecta, oblongo-lanceolata, apice acuta, utrinque glabra, 2 $^1/_2$-3 cm. longa. Staminum filamenta filiformia, glabra, 3 mm. longa; capitulum antherarum anguste cylindricum, 6 mm. longum. Flores feminei et fructus ignoti.

Habitat in Congo ad Brazzaville, « dans les cultures, au bord des eaux, novembre 1884. » (Mission Savorgnan de Brazza, coll. Thollon n. 449 in herb. Mus. Paris.)

Cette espèce a certains rapports avec le *P. Cienkowskii* Hook. f. (Cogn. *l. c.*, 409), à côté duquel elle doit se placer; mais les caractères de la diagnose donnée plus haut la distinguent beaucoup de toutes les autres espèces du genre *Peponia*.

Cogniauxia. — Depuis que nous avons parlé de ce genre, en y ajoutant deux espèces inédites (*Descr. de qq. Cucurb. nouv.*, pp. 6-8, et *Bull. Acad. Belg.*, sér. 3, XIV, pp. 349-351), nous avons eu l'occasion d'étudier des matériaux nouveaux très abondants, dus principalement aux récoltes de M. Thollon, compagnon de M. Savorgnan de Brazza dans son exploration du Congo français, — matériaux faisant partie de l'herbier du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Nous pouvons ainsi signaler des localités nouvelles et précises pour deux des trois espèces déjà connues et en décrire une quatrième. De plus, comme M. Baillon n'avait pas décrit son espèce, mais l'avait seulement caractérisée en peu de mots, nous croyons utile de la décrire aussi; cette description est basée sur l'analyse d'une série d'exemplaires nouveaux, et aussi sur l'exemplaire-type de M. Baillon, que nous avons sous les yeux pour le comparer aux autres. Cette étude nous montre que le *C. podolaena*,

comme toutes les autres espèces du genre, a les vrilles *bifides*, et non *simples*, même dans l'exemplaire récolté par le P. Duparquet. Le caractère des vrilles ne peut donc servir à distinguer les espèces et devient inutile dans les diagnoses spécifiques. La description du genre (*Hist. des Pl.* VIII, p. 446) doit aussi être rectifiée pour cet organe.

3. C. podolaena H. Baill. in *Bull. Soc. Lin. Paris*, p. 424.
Foliis amplis, ovato-cordatis subhastatis, apice acutis et breviter acuminatis, margine obtuse vel acute sinuato-angulatis, utrinque tenuissime valde reticulatis glaberrimisque; racemis masculis folio paulo longioribus, apice tantum floriferis, pedicellis ad medium bracteatis; calyce tenuissime denseque punctato-furfuraceo.

Rami robusti, elongati, angulato-sulcati, juniores tenuissime furfuracei, vetustiores glaberrimi. Petiolus robustiusculus, leviter sulcatus, densiuscule furfuraceo-puberulus, 2-4 cm. longus. Folia submembranacea, supra laete viridia, subtus paulo pallidiora, 1 $^1/_2$-2 dm. longa, 12-18 cm. lata; sinus basilaris subrotundatus, 3-5 cm. profundus, 2-4 cm latus; nervi laterales imum sinum submarginantes. Cirrhi robusti, elongati, leviter sulcati, tenuiter furfuraceo-puberuli, inaequaliter bifidi. Pedunculus communis masculus robustus, multistriatus, glaber vel leviter furfuraceus, circiter 2 dm. longus; pedicelli erecto-patuli, satis graciles, densiuscule furfuraceo-puberuli, $^1/_2$-1 $^1/_2$ cm. longi. Bracteae lineari-subulatae, leviter flexuosae, rigidiusculae, tenuissime furfuraceo-puberulae, 8-12 mm. longae, $^1/_2$-1 mm. latae. Calycis tubus leviter 10-costatus, inferne saepius vix incrassatus, apice abrupte satis dilatatus, 14-18 mm. longus, ad medium 1 $^1/_2$ mm. et ad apicem 5-7 mm. latus; dentes triangulares, acuti vel breviter acuminati, basi remoti, 2-3 mm. longi. Petala flava, patula, tenuiter membranacea, anguste obovata vel obovato-oblonga, paulo asymmetrica,

subaequalia, grosse 3-5-nervia, intus glabra, extus vix punctato-furfuracea, apice subrotundata et breviter apiculata, 2 $^1/_2$-3 $^1/_2$ cm. longa, 1 $^1/_2$-2 cm. lata. Staminum filamenta brevissima; antherae liberae, 6-7 mm. longae, biloculares 4 mm. latae. Flores feminei et fructus ignoti.

Habitat in Gabonia (Duparquet); in Ogôoué ad N'Gounier, mart. 1883 (Thollon n. 265); in Congo ad Brazzaville, novembr. 1884 (Thollon n 333 part.); ad Abo prope Kameroon, januar. 1874 (Buchholz in herb. Engler).

M. Thollon a mis en note à son n° 333 : « servant à faire des bonnets »; mais nous ignorons quelle est la partie de la plante qui est employée à cet usage.

4. C. cordifolia Cogn. in *Bull. Acad. Belg.*, sér. 3, XIV, p. 350. — In Congo ad Brazzaville, novemb 1884 (Thollon n. 333 part.); in Ogôoué ad insula Azangué-Ningué, mart. 1883 (Thollon n. 453).

5. C. **Brazzaei** Cogn. sp. nov.

Foliis magnis, ovato-cordatis, apice breviter acuteque acuminatis, margine integerrimis vel leviter undulatis, subtus ad nervos leviter furfuraceis caeteris utrinque glaberrimis et tenuiter valde reticulatis; racemis masculis folio satis longioribus, usque ad medium vel interdum fere usque ad basim floriferis; pedicellis elongatis, paulo supra basim bracteatis; calyce densiuscule punctato-furfuraceo.

Rami robusti, elongati, leviter angulato-sulcati, glabri vel vix furfuracei. Petiolus robustus, plus minusve tortuosus, teretiusculus, supra leviter canaliculatus, glaber vel vix furfuraceus, 3-4 cm. longus. Folia submembranacea, utrinque siccitate lurida, 18-22 cm. longa, 12-16 cm. lata; sinus basilaris anguste rotundatus, 4-5 cm. profundus; nervi robusti,

laterales imum sinum marginantes. Cirrhi robusti, longissimi, obscure angulati vel leviter sulcati, glaberrimi vel vix furfuracei. Pedunculus communis masculus robustissimus, teretiusculus vel vix sulcatus, glaber, 2-3 dm. longus; pedicelli erecti, robustiusculi, tenuissime furfuraceo-puberuli, 3-6 cm. longi. Bracteae lineari-subulatae, satis flexuosae, rigidae, tenuissime furfuraceae, 6-12 mm. longae, 1-1 $^1/_2$ mm. latae. Calycis tubus tenuiter 10-costatus, inferne paulo incrassatus, apice leviter dilatatus, 11-14 mm. longus, ad medium 2-2 $^1/_2$ mm. et ad apicem 5-6 mm latus; dentes anguste triangulares, breviter acuteque acuminati, basi remoti, 2 mm. longi. Petala membranacea, anguste ovata, paulo asymmetrica, grosse 3-5-nervia, intus glabra, extus densiuscule furfuraceo-puberula, 1 $^1/_2$-2 cm. longa. Staminum filamenta brevissima; antherae liberae, 5-6 mm. longae, biloculares 3-4 mm. latae. Flores feminei et fructus ignoti.

Habitat in Ogôoué, decemb. 1883 (Mission Savorgnan de Brazza, coll. Thollon n. 560 in herb. Mus. Paris.).

6. **Lagenaria vulgaris** Ser.; Cogn. *l. c.* 417. — In Congo ad Brazzaville (Thollon n. 451).

7. **Momordica cissoides** Planch.; Cogn. *l. c.* 430. — In Congo ad Bolobo et Lukolela (Büttner n. 473).

8. **M. enneaphylla** Cogn. sp. nov.

Dioica; foliis biternatis; foliolis 9, membranaceis, oblongo-lanceolatis, basi subrotundatis, apice longiuscule acuteque acuminatis, utrinque glabris; floribus masculis solitariis; pedunculo ad medium late bracteato; calyce glabro, regulari, segmentis ovato-triangularibus, margine pellucidis et tenuissime ciliatis, apice acutis vel acutiusculis.

Rami graciles, elongati, profunde sulcati, glabri, paulo ramu-

losi. Petiolus gracilis, sulcatus, glaber, 1-2 cm. longus; petioluli 3, divaricati, trifoliolati, 1-2 cm. longi, intermedius saepius longior; petioluli secundarii patuli, intermedius 8-10 mm., laterales 2 mm. longi. Foliola supra intense viridia, subtus paulo pallidiora, margine leviter undulata et remote spinuloso-denticulata, 3-5 cm. longa, 12-18 mm. lata, lateralia satis asymmetrica et paulo minora. Cirrhi filiformes, breves, angulato-sulcati, glabri, bifidi. Pedunculus masculus inferne gracilis, superne filiformis, glaber, striatus, 1-1 1/2 cm. longus; bractea reniformi-suborbiculata, rigidiuscula, concava, sessilis, siccitate fusca, margine integra, intus glabra, extus leviter furfuracea, 1-1 1/2 cm. lata. Calycis tubus late cyathiformis vel subrotatus, fere 1 cm. latus; segmenta adpressa, 4-5 mm. longa, basi 3-4 mm. lata. Petala ut videtur flava, erecto-patula, ovato-oblonga, apice obtusa, multinervia, extus tenuiter furfuracea, 1 1/2 cm. longa, 7-10 mm. lata. Stamina 3, filamentis crassiusculis, glaberrimis, 3 mm. longis; antherae late ovatae, 3 mm. longae, biloculares connectivo lato, superne papilloso, apice bifido Flores feminei et fructus ignoti.

Habitat in Ogôoué (Thollon n. 448 in herb. Mus. Paris.).

Cette espèce est voisine du *M. clematidea* Sond., Cogn. *l. c.* 434; mais ce dernier a les feuilles à *folioles beaucoup plus nombreuses et plus petites, crénelées-dentées,* les pédoncules des fleurs mâles *plusieurs fois plus longs,* les fleurs notablement *plus grandes*, les segments du calice *obtus*, etc.

9. Momordica Thollonii Cogn. sp. nov.

Foliis ambitu ovato-suborbicularibus, subglabris, fere usque ad basim 5-lobatis, lobis obovato-oblongis, profundiuscule lobulatis; cirrhis simplicibus; floribus monoicis, omnibus solitariis; pedunculo masculo ebracteato vel rarius prope basim minutissime bracteato; calycis segmentis anguste ovatis, apice

acutis; fructu parvo, ovoideo, leviter verruculoso, apice longiuscule acuteque rostrato.

Rami gracillimi, angulato-sulcati, glabri, laeves. Petiolus subfiliformis, tenuiter striatus, glaber, 3-4 cm. longus. Folia tenuiter membranacea, laete viridia, 5-8 cm. longa et fere totidem lata, lobis acutis apiculatisque; sinus inter lobos angusti, obtusi, basilaris subrectangularis, 1-1 $^1/_2$ cm. profundus, 1 $^1/_2$-2 cm. latus. Cirrhi filiformes, breviusculi, sulcati, glabri. Pedunculus masculus capillaris, sulcatus, glaber, 3-5 cm. longus. Calycis tubus late campanulatus, tenuissime furfuraceo-puberulus, 4 mm. latus; segmenta pallida, tenuiter membranacea, 3 $^1/_2$-4 mm. longa, 2 $^1/_2$-3 mm. lata. Petala ut videtur flava, oblonga, apice subrotundata, vix furfuracea, 3-5-nervia, 11-12 mm. longa, 5-6 mm. lata. Staminum filamenta vix 1 mm. longa; antherae ovatae, 2 mm. longae, loculis flexuosis, connectivo latiusculo. Pedunculus fructiferus filiformis, 8 cm. longus. Fructus flavescens, 2 cm. longus, 12-13 mm. crassus, 2-3-spermus. Semina compressa, utrinque obscure tridentata, sub utraque facie leviter exsculpta, 9 mm. longa, 5-6 mm. lata, 3-3 $^1/_2$ mm. crassa.

Habitat in Ogôoué, octobr. 1885 (Thollon n. 450 in herb. Mus. Paris.).

Cette espèce se rapproche du *M. Welwitschii* Hook. f, Cogn. *l. c.* 435, qui s'en distingue par ses feuilles *divisées à peine jusqu'au milieu* en 5-9 lobes seulement *dentés*, ses vrilles *bifides*, ses fleurs *plus grandes*, son calice à segments *noirâtres et ovales-orbiculaires*, etc.

10. M. Charantia L.; Cogn. *l. c.* 436. — In Gabonia (Büttner n. 21); in Congo ad Mongo (J. de Brazza n. 49).

11. M. Charantia, var. abbreviata Ser.; Cogn. *l. c.* 437. — In Gabonia (Büttner n. 22); in Congo (Büttner n. 523).

12. M. Gabonii Cogn. *l. c.* 450. — In Gabonia (Büttner n. 17 in herb. Berol.).

13. M. fœtida Schum. et Thonn.; Cogn. *l. c.* 451. — In Gabonia (Büttner n. 16); in Kameroon ad Victoria (Buchholz in herb. Engler).

14. Luffa cylindrica Roem.; Cogn. *l. c.* 456. — In Congo ad Brazzaville (Thollon n. 452).

15. Sphaerosicyos sphaericus Cogn. *l. c.* 466. — In Africa orientali ad Gonda (Böhm, Deutsche Exped. nach Ost-Africa, n. 14).

16. Cucumis ficifolius A. Rich. var. ε. dissectus Naud.; Cogn. *l. c.* 494. — In Africa orientali ad Gonda (Böhm n. 272).

17. Physedra Barteri Cogn. *l. c.* 525. — In Kameroon ad Mungo (Buchholz).

18. Melothria deltoidea Benth.; Cogn. *l. c.* 594. — In Kameroon (Buchholz in herb. Berol.).

19. M. tridactyla Hook. f.; Cogn. *l. c.* 596. — In Congo ad Garciù, mart. 1884 (Jacques de Brazza n. 50).

20. M. hederacea Cogn. *l. c.* 611. — In Africa australi ad Hang Klipp (Mund et Maire in herb. Berol.).

21. M. punctata Cogn. *l. c.* 615. — In Africa australi ad Hang Klipp (Mund et Maire).

22. Gurania ovata Cogn. *l. c.* 687, var. β. parviflora *var. nov.*

Pedunculus communis masculus satis gracilis, $^1/_2$-1 $^1/_2$ decim. longus, apice tantum floriferus. Flores dimidio minores.

In Brasiliae prov. Rio de Janeiro ad Corcovado (Schenck n. 2147).

23. Ceratosanthes parviflora Cogn. sp. nov.

Monoica; foliis utrinque subadpresse breviter sparseque setuloso-scabris praecipue subtus, margine non ciliatis, usque ultra medium trilobatis; lobis ovatis vel oblongis, acutis vel acuminatis, remotissime spinuloso-denticulatis; floribus masculis in racemos 12-16 floros folia paulo superantes digestis; calycis tubo brevi, vix puberulo, inferne leviter attenuato.

Rami scandentes, subfiliformes, glabri, laeves, angulato-sulcati. Petiolus subfiliformis, striatus, densiuscule breviterque hirtellus, 1-1 $^1/_2$ cent. longus. Folia membranacea, 4-6 cm. longa et fere totidem lata, supra intense viridia, subtus paulo pallidiora, pedato 3-5 nervia, nervis subtus leviter prominentibus et leviter hirtellis; lobus terminalis ad basim satis constrictus; sinus basilaris subrectangularis, circiter 1 cm. profundus. Cirrhi capillares, breviusculi, sulcati, glabri. Pedunculus communis masculus gracilis, leviter puberulus, saepius usque ad medium floriferus, 4-6 cm. longus; pedicelli patuli vel reflexi, puberuli, 2 mm. longi. Calycis tubus teretiusculus, 3-3 $^1/_2$ mm. longus, apice 2 mm. latus; dentes erecti, fuscescentes, ovati, obtusiusculi, 1 mm. longi. Corolla extus dense furfuraceo-tomentosa Antherae cohaerentes, 1 $^1/_2$ mm. longae, connectivo apice non producto. Flores feminei geminati ad apicem pedunculi communis 2 cm. longi; pedicelli brevissimi. Fructus ovoideus. Semina pallide fusca, ovoidea, non marginata, 9 mm. longa, 6 mm. lata, 2 $^1/_2$ mm. crassa.

Habitat in Brasiliae prov. S. Catharina ad Blumenau, 2 octobr. 1886 (Schenck n. 293).

Cette espèce a quelques rapports avec le *Ceratosanthes Hilariana* Cogn. *l. c.* 722; mais ce dernier a les feuilles *plus grandes*, relativement *plus larges*, *presque lisses* et légèrement pubescentes sur les deux faces, à pétiole *glabre*; les inflorescences *plusieurs fois plus longues*, à pédicelles atteignant *1 à 2 centimètres* de longueur; le tube du calice au moins *3 ou 4 fois plus long* (10 à 15 mm.), *renflé inférieurement*, etc.

24. Cayaponia Schenckii Cogn. sp. nov. (sect. Encayaponia). Monoica; foliis tenuiter membranaceis, ambitu ovatis vel suborbicularibus, eglandulosis, basi profundiuscule emarginatis, utrinque glabriusculis et sparse punctato-scabriusculis praecipue supra, subintegris vel usque ad medium trilobatis, lobis ovato-oblongis acuminatisque; cirrhis simplicibus vel inaequaliter bifidis; calyce vix puberulo, tubo anguste campanulato, basi paulo attenuato, dentibus linearibus, remotis, tubo multo brevioribus; staminum filamentis filiformibus, ad basim dense villosis vix dilatatis, antheris subaequalibus.

Rami gracillimi, sulcati, laeves, vix puberuli. Petiolus gracilis, tenuiter striatus, brevissime et densiuscule hirtellus, 3-5 cm. longus. Folia laete viridia, 7-10 cm. longa lataque, superiora saepius subintegra; lobi margine remote spinuloso-denticulati, laterales breviores; nervi graciles, supra brevissime hirtelli, subtus paulo prominentes, laterales basilares imum sinum marginantes. Cirrhi filiformes, elongati, sulcati, leviter puberuli. Flores masculi solitarii; pedunculus gracilis, sulcatus, leviter hirtellus, 1 $^1/_2$-2 $^1/_2$ cm. longus. Calycis tubus tenuiter membranaceus, superne leviter constrictus, 3 cm. longus, paulo supra medium 2 cm. et ad apicem 1 $^1/_2$ cm. latus; dentes erecti, trinervii, apice acutissimi, 7-9 mm. longi, basi 2 mm. lati. Corolla extus brevissime puberula, intus furfuraceo-tomentosa, segmentis ovato-triangularibus, 5-7-nerviis, apice

obtusiusculis, 9-11 mm. longis, 6 mm. latis. Staminum filamenta 6-7 mm. longa; antherae in capitulum 1 cm. longum 2 $^{1}/_{2}$-3 mm. crassum cohaerentes. Flores feminei solitarii; pedunculus satis gracilis, leviter sulcatus, brevissime hirtellus, 2 cm. longus. Fructus (immaturus) ovoideus, glaber, laevis, 12-13 mm. longus.

Habitat in Brasiliae prov. S. Catharina ad Itoupava prope Blumenau, 28 octobr. 1886 (Schenck n. 863).

Cette plante n'a d'affinités bien tranchées avec aucune des nombreuses espèces de *Cayaponia* connues jusqu'ici. Nous pensons cependant qu'il faudra la placer près du *C. podantha* Cogn. *l. c.* 753, qui en diffère considérablement, car il a les feuilles *rigides, très scabres*, à lobes *obtus;* les fleurs *dioïques;* le calice d'une forme totalement différente, à *lobes aussi longs que le tube*, etc.

—

Étude de la structure des éclairs par la photographie; par W. Prinz, attaché à l'Observatoire royal de Bruxelles.

L'application, assez récente, de la photographie à l'étude des éclairs, a fourni d'intéressants documents sur la forme de ces météores. Toutes les images ayant indistinctement donné, pour la trajectoire de l'étincelle, une ligne finement ondulée, on en a conclu que l'éclair se meut suivant une spire, très irrégulière d'ailleurs. Les ramifications, souvent très nombreuses, qui s'échappent du trait principal et que l'œil a tant de peine à suivre, ont été fixées dans leurs

moindres détails. Enfin, il a été reconnu que beaucoup de décharges, qui paraissaient produites par une seule étincelle, l'étaient en réalité par plusieurs, partant simultanément ou à des temps excessivement rapprochés.

Mais on est allé plus loin. Quelques opérateurs ayant obtenu la reproduction de coups de foudre tombant à proximité de l'appareil photographique, ont signalé de remarquables particularités structurales dans les éclairs. C'est exclusivement de ces dernières que nous nous occuperons dans ce qui suit.

En 1884, M. Duquesne, à Billancourt, obtint l'image d'un éclair qui, vu au microscope, montrait qu'à « côté du sillon principal en courait un second, plus étroit, qui se rapprochait du premier à divers endroits jusqu'à se confondre entièrement avec lui (1) ». Quelques jours plus tard, le D^r Kayser, de Berlin, photographiait un coup de foudre très rapproché et trouvait la traînée lumineuse divisée en quatre lignes parallèles. Trois de ces lignes, plus faibles, forment un groupe séparé du jet principal par une large bande finement striée transversalement. Du trait principal partent plus de soixante décharges latérales. M. Kayser a tenté d'expliquer cette structure compliquée par des décharges oscillantes et par la volatilisation de gouttes de pluie (2). Des éclairs constitués par des lignes parallèles, visibles à la loupe, sont encore signalés par M. Selinger, à Olmütz (3).

---

(1) *La Nature.* 1885. 1er sem., p. 32.

(2) *La photographie instantanée,* par J.-M. Eder, traduction française publiée par l'Association belge de photographie. 1888, p. 125.

(3) *Jahrbuch f. Photographie,* de J.-M. Eder. Halle, 1888, p. 421.

La striation transversale, observée par le Dr Kayser, se retrouve également sur des épreuves discutées dans un travail de M. Moussette. Cet auteur, qui a serré la solution de la question de très près, compare la trajectoire de l'éclair à celle d'une fusée. Il pense que la foudre se produit généralement sous la forme globulaire (1).

Le résultat de nos recherches établira que les déductions de M. Moussette sont exactes.

Une dernière observation du même genre a été récemment publiée par M. Trouvelot, qui assimile l'éclair à un ruban strié transversalement (2).

Ces détails ne nous parurent point correspondre à une structure réelle de l'éclair et ils nous semblaient devoir être examinés de plus près, avant d'en tirer les conclusions précises que nous venons d'énumérer.

Les photographies que nous avions prises jusqu'ici ayant été obtenues à des distances relativement considérables (3), nous ne pouvions étayer notre appréciation par l'examen d'épreuves comparables à celles des auteurs précités. Le violent orage qui a passé sur Bruxelles le 25 juin dernier, entre 9 et 10 heures du soir, nous a fourni l'occasion de nous procurer les documents qui nous manquaient. Une couche d'épais nuages et la pluie ne permirent pas d'obtenir des clichés convenables avant que l'orage fût sur la ville. Le coup de foudre tombé sur l'église de la Chapelle

---

(1) *Comptes rendus*, 1886, t. CIII, p. 30. Les photographies de M. Moussette sont reproduites dans *La lumière électrique*, 1887, p. 334.

(2) *Comptes rendus*, 1888, t. CVII, p. 155.

(3) Deux d'entre elles ont été reproduites dans *Ciel et Terre*, 7e année, p. 162.

(à environ 1,700 mètres de l'Observatoire) nous donna une première image bien définie. Comme l'orage passa peu de temps après sur l'Observatoire même et que nous avions encore pu saisir quelques éclairs dans l'intervalle, nous espérions avoir rempli les conditions avantageuses de nos devanciers.

En effet, au développement qui fut poussé jusqu'à voiler les plaques, nous avons trouvé des images présentant les particularités structurales signalées plus haut. Ainsi que nous l'avions supposé, ces images s'expliquent par les défauts inhérents à toute lentille photographique, défauts rendus sensibles et ineffaçables par l'énorme quantité de lumière projetée dans l'appareil.

Nous nous occuperons d'abord des tracés d'éclairs constitués par des traits parallèles.

On pourrait admettre qu'ils répondent à une réalité, car un grand nombre d'épreuves montrent des décharges simultanées ayant une *tendance* au parallélisme. Il est donc possible qu'il y en ait de rigoureusement parallèles.

A l'appui de cette manière de voir, nous citerons les photographies obtenues par Ducretet en faisant jaillir directement sur la plaque l'étincelle d'une forte bobine de Rhumkorff. Stein (1) les compare à des cordes constituées par plusieurs brins. Des images similaires, fournies par les étincelles des machines de Holtz et de Töpler, ont été fixées par MM. Van Melkebeke, Plücker et Welten (2).

---

(1) *Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung*, Heft IV, Halle, 1886, p. 157.

(2) Toutes ces photographies sont reproduites dans la traduction française de *La photographie instantanée*, de M. J.-M. Eder.

Mais dans les cas considérés ici il s'agit de traits, parfois d'une énorme longueur, qui restent strictement parallèles sur tout leur parcours. Généralement ils sont doubles et de force inégale. Une fois pourtant nous avons obtenu une image secondaire, presque aussi accusée que l'image réelle (fig. 1.) Il arrive fréquemment que l'on compte trois ou quatre images accessoires.

Quoiqu'il soit difficile, sans l'aide d'expériences précises, de déterminer l'origine de ces déduplications et de dire si elles dépendent uniquement de réflexions au dos de la plaque sensible, de réflexions dans les lentilles, ou surtout d'une légère différence dans la mise au point, il est certain que la reproduction constante de leurs caractères principaux, pour des éclairs pris dans des conditions très différentes, ne permet guère de croire à leur réalité.

Il n'est pas admissible que les traits accessoires se soient toujours produits dans un plan parallèle à celui de la surface sensible et qu'ils soient, pour plusieurs éclairs successifs, situés du même côté. Cela frappe surtout lorsqu'on examine plusieurs images prises sur la même plaque.

Souvent les images accessoires montrent une certaine indépendance; elles se confondent par places, ou passent d'un côté à l'autre du tracé principal, ce qui a fait croire à une torsion. Toutes ces apparences résultent d'un simple déplacement de l'image accessoire dans un seul plan. La torsion n'existe pas, ainsi qu'on s'en assure facilement par l'inspection de la figure 2 qui représente, au triple, une partie d'un éclair très rapproché, dont les images accessoires sont déplacées vers la droite et vers le bas.

Ordinairement les décharges latérales, qui sont bien moins lumineuses que la décharge principale, ne montrent pas d'images accessoires.

Quant à l'aspect rubané et strié des images de l'éclair, il tient à des causes bien précises.

Les lentilles photographiques, les plus parfaites, ne couvrent correctement qu'une surface donnée, au delà de laquelle les images perdent leur netteté. Lorsqu'on photographie des points lumineux, des étoiles par exemple, ce défaut se traduit par un allongement d'autant plus considérable de ces points qu'ils sont plus éloignés du centre de la plaque. Vers les bords ils deviennent ovalaires, et plus loin se changent même en tirets. De plus, si la pose et le développement sont suffisants, on voit apparaître à chacun de ces tirets un appendice en forme de caustique. Toutes ces caustiques sont radialement orientées autour du centre de la plaque (1) (fig. 3).

Il était à prévoir qu'un trait brillant, un éclair, subirait des déformations analogues, la projection de la spirale lumineuse, sur le plan de la plaque, présentant à chaque tour un point d'éclat maximum. De fait, l'image d'un éclair,

---

(1) Nos photographies ont été prises avec un antiplanat de Steinheil, de 48 millim., travaillant à pleine ouverture et possédant les qualités reconnues à cet instrument. Un objectif, type Petzval, de Ross, nous a donné des prolongements en forme de caustique des deux côtés des tirets. Les images des étoiles prennent ainsi l'aspect irrégulièrement cruciforme signalé par M. Christie. Ces déformations offrent de grands inconvénients pour la mensuration exacte des clichés stellaires. Elles paraissent bien dépendre d'une correction incomplète de l'astigmatisme comme le veut M. Christie. (*The observatory*, 1888, janv. p. 62). — Voir aussi l'intéressant article de M. Mittenzwei sur la correction de l'astigmatisme dans *Jahrb. f. Photogr.* 1888, p. 313.

située en dehors de la surface correctement couverte, montre une bande dans laquelle chacun de ces points, plus intense, marque un tiret terminé par la caustique dont nous venons de parler (fig. 4). L'impression n'étant pas toujours aussi forte, les tirets seuls apparaissent au développement, et on a un tracé représentant un ruban strié et tordu (fig. 5).

Ces modifications sont surtout intéressantes à suivre, sous le microscope, dans un tracé d'éclair orienté suivant l'un des diamètres de la surface correctement couverte par l'objectif. Vers le centre le trait est fin et sans structure apparente; insensiblement il s'élargit, montre des stries de plus en plus nettes, puis des stries avec les caustiques. Les extrémités de ces dernières, étant toutes orientées dans le même sens, produisent, en se recouvrant, l'impression d'un axe central (fig. 6).

Les stries existant aussi entre les points plus lumineux causés par les ondulations et les boucles de l'éclair, nous avons pensé qu'elles dépendaient de la marche sautillante de l'étincelle. Pour nous en assurer, nous avons comparé la trajectoire photographique de cette dernière au tracé que fournissent d'autres mobiles ignés, animés d'un mouvement rapide, tels que les fusées.

Le tracé de la marche d'une fusée est également une spirale allongée; mais elle est très régulière comparativement à celle de l'éclair. Dans le centre de la plaque le trait est plein; il s'estompe lorsqu'il dépasse la partie correctement couverte et montre un axe central plus foncé, dont on connaît l'origine, quoique les stries transversales et les caustiques ne soient pas visibles, le mouvement étant rapide. Près du sommet de la trajectoire,

Sens
du
déplacement.
1
2
3.
8.
au
centre
vers
le
bord
7
vers
le
bord
au
centre
extrémité.
4
6.
5.
9.

la force propulsive n'équilibrant presque plus la pesanteur et la résistance à l'air, la fusée ralentit sa marche. Le défaut d'homogénéité de la cartouche, composée de charges de poudre successivement tassées, produit alors un mouvement saccadé. Chacun des sauts imprime un tiret dans la trajectoire ; le plus accentué de ceux-ci se trouve naturellement au sommet de la courbe, où il y a une pause (fig. 7 et 8). Puis la fusée fait encore quelques sauts et descend en s'éteignant. Les fusées mal construites se meuvent ainsi par saccades dès le début de leur ascension et tracent une ligne perlée et striée sur la plaque (fig. 9).

Les striations des images de l'éclair, interprétées à la lumière de ce qui précède, indiquent donc, comme M. Moussette l'avait prévu, un acheminement vers l'éclair en chapelet, ou, plus exactement, vers l'éclair en boule. Il n'y aurait entre les diverses formes de la décharge qu'une différence de rapidité. Le sillon lumineux, que notre œil croit souvent suivre pendant un temps appréciable et que la plaque sensible conserve en moins d'un millionième de seconde (Wheatstone), n'est que l'addition de tous les points par lesquels l'étincelle a passé (Stein). De même, le globule électrique produit par les puissantes batteries de M. Planté, découpe un trait continu dans la feuille de mica sur laquelle il a capricieusement circulé.

Sur l'existence d'un nouvel étage de l'Éocène moyen dans le bassin franco-belge; par Michel Mourlon, membre de l'Académie.

Dans ma dernière communication à l'Académie (1), j'ai montré que, parmi les dépôts rapportés par Dumont à ses systèmes laekenien et tongrien, au S.-E. de Bruxelles, il en est un formé de sables et grès calcarifères, dont certains bancs très fossilifères à *Nummulites variolaria*, *Turritella crenulata*, etc., rappellent entièrement ceux de Lede, près d'Alost.

Ces roches passent latéralement à des sables fins, blanchâtres et jaunâtres, parfois d'un jaune d'ocre et présentant fréquemment un aspect bigarré tout particulier, rappelant celui de la peau de daim. Elles s'observent entre les sables et grès calcarifères laekeniens, dont elles sont séparées par un mince gravier, et les sables blanchâtres quartzeux grossiers avec plaquettes ferrugineuses à *Nummulites wemmelensis*, présentant à leur base un épais gravier avec lit argileux.

J'ai proposé, d'accord avec M. Ém. Vincent, qui a étudié ces mêmes roches en d'autres points, de les considérer comme formant un nouvel étage, et de désigner ce dernier sous le nom d'*étage ledien*.

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, tome XIV, 1887, pp. 598-616.

Une série de coupes relevées près de Lede m'a permis de faire connaître la composition de cet étage dans la localité qui lui a donné son nom (1). Ce sont des bancs de sables et de grès calcarifères et très fossilifères, renfermant, outre d'abondantes *Num. variolaria*, de grandes Turritelles (*T. sulcifera*), de petites Turritelles (*T. crenulata*) et autres fossiles, tels que : *Ostrea gryphina, Tellina filosa, Cardium*, etc.

Ces couches, qui ont près de quatre mètres d'épaisseur aux points où il m'a été donné de les observer dans cette région, deviennent de plus en plus graveleuses vers le bas, où elles présentent des blocs de silex blond perforés, recouverts de bryozoaires et se confondant, pour ainsi dire, avec le gravier de base laekenien renfermant des blocs de silex altérés à *Num. lævigata* et *Num. scabra* roulées; ce dernier gravier repose sur le sable vert paniselien. Elles sont surmontées par un mince lit graveleux avec un peu d'argile, recouvert de sable jaune avec concrétions ferrugineuses et petits nids de glauconie, que j'ai rapporté à l'étage wemmelien, parce qu'il est identique à celui qui, à Schepdael, est inférieur et presque en contact avec la bande noire de l'argile glauconifère.

Il résulte aussi d'une autre communication que j'ai faite récemment à la Société royale malacologique (2), que les sables et grès lediens qui ont été exploités à l'O. de Bruxelles, entre Schepdael et Ganshoren, se trouvent à un niveau inférieur à celui des sables jaunâtres avec petites

---

(1) *Annales de la Soc. roy. malacol. de Belgique*, tome XXIII, séance du 4 février 1888.

(2) Séance du 2 juin 1888, pp. LXIII-LXX.

concrétions ferrugineuses, que j'ai aussi rapportés à l'étage wemmelien.

M. G. Vincent m'a dit avoir recueilli dans ces mêmes sables, un peu au S. de la 9e borne de la route de Ninove, une petite faune incontestablement wemmelienne, ce qui confirmerait mon assimilation.

Il est à remarquer que, dans toute cette région, et particulièrement entre Dilbeek et Berchem-Sainte-Agathe, les dépôts tertiaires sont affectés de nombreuses failles, comme on peut le voir, notamment au S.-E. de cette dernière localité, dans la sablière de Scheutbosch dont j'ai figuré la coupe.

Il existe dans cette sablière deux niveaux de graviers entre le sable vert paniselien et les sables jaunes blanchâtres, parfois très stratifiés, doux au toucher, avec petites concrétions ferrugineuses, qui semblent bien aussi devoir être rapportés à l'étage wemmelien. Or, ces graviers présentent des solutions de continuité qui ne sont qu'apparentes et résultent de l'action des failles. C'est ce qui fait qu'on est tenté, à première vue, d'attacher peu d'importance au gravier supérieur, qui est beaucoup moins épais que l'autre. En l'absence de fossiles, j'ai rapporté au nouvel étage ledien le sable jaune-grisâtre qui sépare les deux graviers, bien que, par ses petites tubulations sableuses, il rappelle assez bien les couches supérieures des sables laekeniens de Saint-Gilles, qui seront examinées plus loin.

En attendant qu'une circonstance heureuse permette d'étudier le contact des dépôts que je rapporte aux étages wemmelien et ledien, à l'O. de Bruxelles, je me suis attaché à poursuivre mes recherches sur ces mêmes dépôts au S. et au S.-E. de Bruxelles, et le but de la présente note est d'en faire connaître les résultats.

Affleurements au S. de Bruxelles. — Les grands travaux de terrassement effectués dans ces dernières années au S. de Bruxelles, sur les territoires de Saint-Gilles, de Forest et d'Uccle, ont donné naissance à de nombreuses coupes, dont les plus importantes ont été décrites et figurées.

La plus ancienne parmi ces dernières est celle prise à la nouvelle avenue d'Uccle, dite avenue Brugmann, que j'ai relevée en 1872, qui fut décrite et figurée pour la première fois, l'année suivante, dans mon article étendu de la *Patria belgica*, et sur laquelle il ne sera peut-être pas inutile de revenir ici.

Coupe prise à l'avenue Brugmann, à Uccle.

J'ai reproduit cette coupe, en 1880, dans le tome I[er] de ma *Géologie de la Belgique*, en en modifiant seulement la légende, mais en laissant le figuré des couches tel qu'il avait pu être observé en 1872. Cependant, depuis cette époque, de nouveaux déblais, d'un mètre de profondeur, pratiqués tout le long des accotements de l'avenue pour les plantations de celle-ci, me permirent d'en compléter la coupe, précisément pour la partie supérieure formée du dépôt qui fait l'objet de cette communication.

Le déblai de l'accotement oriental a permis de suivre l'épais gravier *d* à partir de la rue du Chat (*Katte straet*) vers le N., sur une longueur de plus de 50 mètres; au delà, on ne voyait plus que les sables jaune et blanc (*d'*), parfois rougeâtres, avec concrétions ferrugineuses, qui surmontent le gravier.

Ce dernier, que je regardai en 1880, avec la plupart des géologues, comme formant la base des dépôts wemmeliens,

correspond exactement à celui qu'on verra plus loin à Saint-Gilles passer à un véritable conglomérat pétri de *Num. variolaria* et de *Ditrupa strangulata.*

Les sables jaunes qui recouvrent ce gravier se retrouvent encore un peu à l'O. de l'avenue Brugmann, au hameau Le Chat.

J'ai observé, en effet, en février 1872, dans le jardin de l'estaminet *Au Roi d'Ivetot,* des sables jaunâtres tirant sur le rouge. Ces sables étaient recouverts de limon et ont été rencontrés du N. au S., sur une longueur de 60 mètres. A l'O. dudit estaminet, les mêmes sables se retrouvaient sur une longueur de 37 mètres et présentaient sur 2 mètres, vers le milieu, une partie non décalcarisée de sable blanc très calcarifère.

Au N.-O. des points précédents on a pratiqué, en face de la maison de santé d'Uccle, une série de déblais dont j'ai relevé la succession des couches à différentes reprises depuis 1872 jusqu'aujourd'hui. Ce sont encore les mêmes sables jaunes, présentant à la partie supérieure un mince gravier et surmontés des dépôts argileux que Dumont rapporte à son système tongrien.

En voici la coupe telle qu'elle se présente à une cinquantaine de mètres à l'O. de la chaussée d'Alsemberg et à la cote 98.

Coupe relevée en face de la maison de santé d'Uccle.

Q.	*a.* Limon et cailloux roulés à la base .	mètres.	1,00
T.	*b.* Argile sableuse grise bigarrée de jaunâtre, parfois blanchâtre et plus sableuse vers le bas.		2,50
		A reporter. . .	3,50

	Report. . .	3,50
	c. Sable argileux jaunâtre, et brunâtre vers le bas; cette couche forme, avec la précédente, la paroi septentrionale de l'enfoncement dans lequel sont pratiqués les différents déblais . . . . mètres.	2,60
	d. Gravier dans un sable jaune brunâtre (visible en un point, un peu au S. des affleurements précédents, et où les cailloux quaternaires se trouvent, par ravinements, presque en contact avec le gravier), parfois peu apparent et ne présentant guère qu'une épaisseur de $0^m,02$ à	0,03
L.	*e.* Sable jaunâtre nuancé de blanchâtre et présentant le facies ledien si caractéristique au S.-E. de Bruxelles, bien visible sur . . .	3,00
	Total. . .	9,13

La coupe qui précède montre le contact des sables jaunes de l'avenue Brugmann avec les dépôts argileux tongriens (Dumont), dont ils ne sont séparés que par un gravier peu épais.

Il reste maintenant à fixer l'âge relatif de ces sables jaunes; c'est ce que l'examen des affleurements mis à nu à l'occasion des grands travaux de terrassement effectués sur la commune de Saint-Gilles, va permettre de résoudre.

Affleurements de Saint-Gilles. — Entre la rue Saint-Bernard et la rue de Turquie, sur le prolongement de la rue d'Irlande, il existe encore aujourd'hui une grande sablière présentant, sur 13 mètres d'épaisseur, des sables bruxelliens quartzeux vers le bas, et des sables et grès

calcarifères vers le haut. Ces derniers renferment, à leur partie supérieure, des tarêts et de nombreux fruits de *Nipadites Burtini.*

Sur le prolongement, vers le S. de la rue Saint-Bernard, on observe, de l'autre côté de la chaussée de Waterloo, au-dessus des sables précédents représentés également par des sables et grès calcarifères avec tarêts et bois fossiles et se terminant par une couche de $0^{m},80$ de sable blanc quartzeux, le gravier laekenien à *Nummulites lævigata* et *scabra.*

Ce gravier affleure aussi en maints endroits sur les talus de la chaussée de Waterloo, où on le voit surmonté de sables et grès calcarifères et fossilifères avec petites nummulites et tubulations sableuses, présentant au moins 3 bancs de grès presque continus.

Ces roches sont fréquemment décalcarisées, principalement sur le talus oriental, qui présentait en mai 1879, lorsque j'en relevai la coupe, de nombreuses poches d'altérations entre la chaussée de Waterloo et la rue Moris.

Près de cette dernière rue, on observait, à la partie supérieure du talus, à travers une grande poche d'altération et à 5 mètres au-dessus du gravier laekenien, un deuxième gravier avec matière noire, correspondant au gravier à *Num. variolaria* de l'avenue Brugmann, et surmonté, comme ce dernier, de sable jaune.

On voit encore aujourd'hui ce même gravier, toujours associé à un sable jaune, en un point au sommet de l'autre talus de la chaussée de Waterloo.

En mai dernier, je l'observai encore sur les deux talus de la rue de la Prison, et principalement sur le talus oriental et à mi-chemin de la route de Waterloo et de la Prison, où je relevai la coupe suivante, qui vient de disparaître :

Coupe relevée sur le talus oriental de la rue de la Prison, à Saint-Gilles.

Q.	*a.*	Limon et cailloux roulés à la base . mètres.	5,00
L.	*b.*	Sable jaune moucheté de noir, surtout vers le bas.	2,50
	c.	Gravier très apparent en de certains points, mais à peine marqué en d'autres	0,10
	d.	Sable jaunâtre plus pâle que *b* et graveleux .	0,50
	e.	Gravier bien apparent	0,10
LK.	*f.*	Sable gris verdâtre avec traces de tubulations sableuses ($0^{m},50$) que j'ai pu observer, à l'aide d'un déblai sous le niveau de la route, sur $1^{m},10$, soit en tout sur	1,60
		Total. . .	7,80

Les travaux de terrassement pour la construction de la prison de Saint-Gilles ont mis à découvert de belles coupes, dont je crois devoir reproduire la plus importante, telle qu'elle se trouve consignée dans mes notes, sous la date du 24 mai 1879.

Coupe relevée sur l'emplacement de la prison de Saint-Gilles.

Q.	*a.*	Dépôt sableux et cailloux roulés. . mètres.	0,50
L.	*b.*	Sable et grès calcarifères présentant, à $0^{m},50$ sous la couche *a*, des blocs de grès schisteux et friables avec *Cardium* (*b'*) et, $0^{m},50$ plus bas, un banc de grès parfois arrondi, concrétionné et pétri de *Turritella crenulata* (*b''*)	1,90
		A reporter. . .	2,40

	Report. . .	2,40
	c. Gravier congloméré fossilifère avec grès submarneux à tubulations . . . . mètres.	0,50
LK.	*d.* Sable et grès calcarifères, très fossilifères, pétri de petites nummulites avec tubulations sableuses. Le banc de grès supérieur (*d'*) est presque continu et varie en épaisseur de 0m,20 à 0m,40; il se trouve à 1 mètre sous le gravier et est séparé également par 1 mètre du deuxième banc de grès discontinu (*d''*); le troisième banc de grès (*d'''*) fossilifère (*Lucina arenaria*) est à 1m,80 du précédent et séparé du suivant (*d*IV) par 0m,70 . . .	5,50
	e. Banc graveleux à *Num. lævigata* et *scabra* roulées.	
	Total. . .	8,40

On observe encore aujourd'hui en face de l'aile gauche de la prison, sur le talus occidental de la rue de ce nom, le prolongement d'une partie des couches de la coupe précédente, offrant la curieuse disposition que voici :

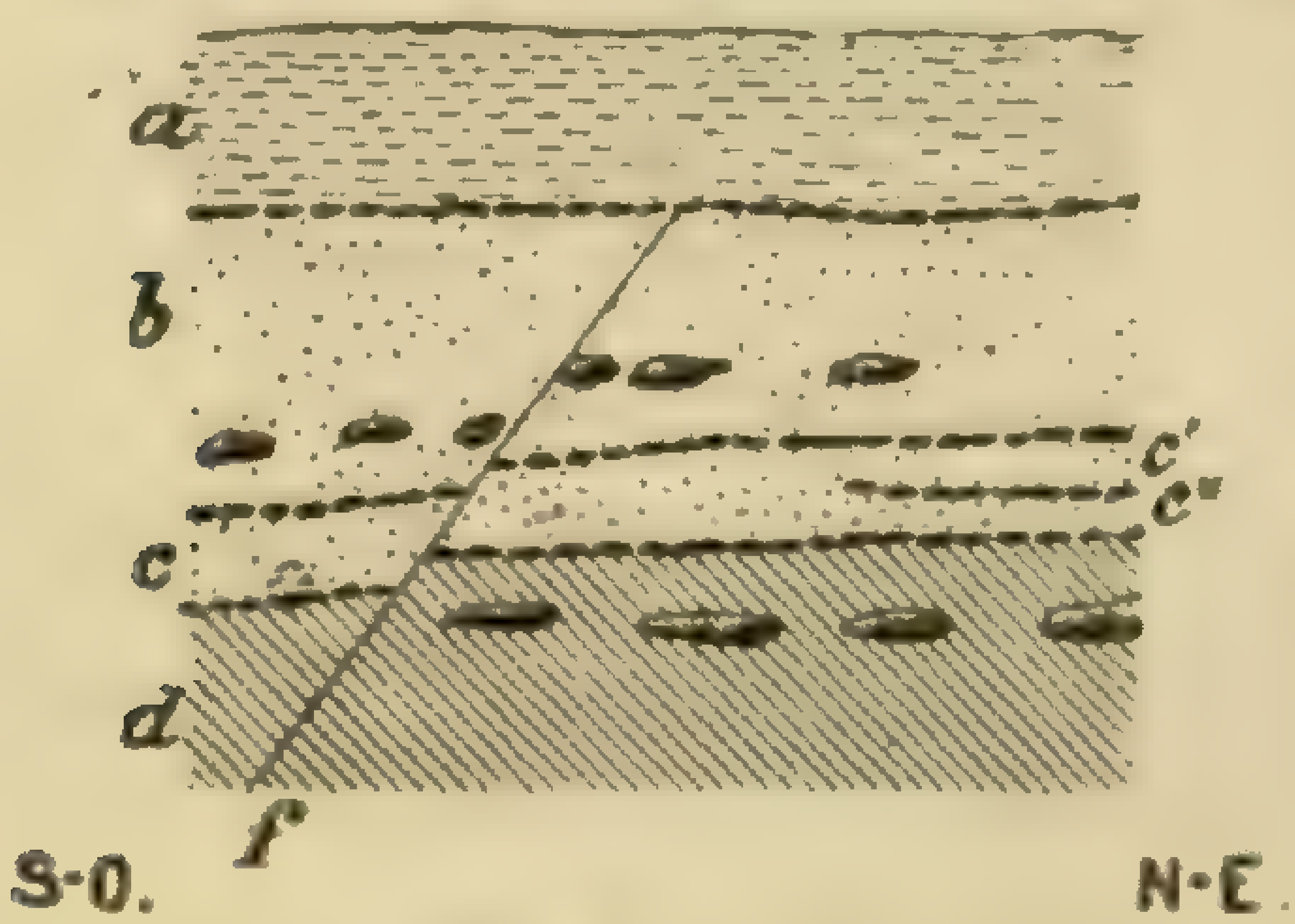
Coupe relevée sur le talus occidental de la rue de la Prison, à Saint-Gilles.

Q.	*a.* Limon et cailloux roulés à la base . mètres.	1,00
L.	*b.* Sable blanc calcarifère, fin, doux au toucher, avec petites nummulites, présentant un niveau de grès calcarifère et fossilifère à *Turritella crenulata*	1,50
	A reporter. .	2,50

Report. . . 2,50

c. Sable semblable au précédent, parfois très stratifié et très fossilifère, pétri de petites nummulites et autres fossiles; ce sable présente plusieurs niveaux de conglomérats fossilifères graveleux pétris de *Turritella crenulata* avec *Cardium*, *Natica*, etc. (c').

Le gravier de la base (c'') est lui-même surmonté, à droite de la petite faille (f), par un conglomérat pétri de *Num. variolaria* et de *Ditrupa* et passant à un grès submarneux



Echelle 1/200.

également pétri de fossiles (*Tellina filosa*), tandis qu'à gauche de la même faille, il est simplement surmonté d'un lit mince d'argile schistoïde, par suite de décalcarisation . . 0,80

LK. *d.* Sables et grès calcarifères grisâtres, offrant un aspect tout particulier par leurs tubulations sableuses (Bryozoaires) et leurs concrétions phosphatées, comme à Laeken, disséminées dans toute la masse 2,60

Total. . . 5,70

A peu près vis-à-vis de la coupe précédente, au S. de la prison et à l'entrée de la rue qui longe celle-ci, on observe de nouveau la succession des mêmes couches; seulement on y voit le sable blanc calcarifère avec banc de grès à

Turritella crenulata passer latéralement vers le haut, sur plus de 2 mètres, à un sable jaune et blanchâtre, parfois très ferrugineux, d'aspect ledien.

Ce dernier sable se retrouve sur le talus oriental de la rue de la Prison, à partir de la route qui conduit au hameau Le chat jusqu'à la limite des communes de Saint-Gilles et de Forest. C'est toujours un sable jaune tacheté de blanc avec concrétions ferrugineuses, atteignant 4 mètres d'épaisseur en ce point.

Les faits qui précèdent permettent d'affirmer que l'épais gravier qui, sur le territoire de Saint-Gilles comme sur celui d'Uccle, recouvre les couches laekeniennes, est surmonté des sables et grès à *Turritella crenulata* tout à fait identiques à ceux qui, au S.-E. de Bruxelles, s'observent sous les sables grossiers renfermant les concrétions ferrugineuses à *Num. wemmelensis*.

Celles-ci ne s'observent pas au S. de Bruxelles, où l'on a vu que le sable jaune ledien décalcarisé est surmonté directement par l'argile glauconifère, dont il est séparé par le gravier de base de ce dépôt.

Je rappellerai à cette occasion que lorsque je relevai, en 1879, la belle succession de couches mise à nu pour la construction du Parc de Saint-Gilles, j'observai, en un point au-dessus des sables et grès fossilifères que les géologues qui en publièrent la coupe, rapportèrent au wemmelien, du sable argileux glauconifère qui semble bien représenter les dépôts tongriens (Dumont), et confirmer l'absence du véritable wemmelien dans cette région.

Affleurements au S.-E. de Bruxelles. — Après avoir montré quelle est la composition du nouvel étage ledien au S. de Bruxelles, à Uccle et à Saint-Gilles, je me pro-

pose de faire connaitre le résultat de mes recherches sur cet étage au S.-E. de la même localité.

On a déjà vu quelle est son importance sur les territoires d'Ixelles et d'Etterbeek; il me reste à rechercher s'il se poursuit au delà, vers le S., et, à cet effet, je me bornerai pour le moment à l'examen de la région comprise entre Watermael et Boitsfort.

Le sol tertiaire de cette région est formé de sables quartzeux bruxelliens, présentant à la partie supérieure des bancs de sables ferrugineux durcis, passant au grès ferrugineux et même parfois à la limonite. Ces roches sont surmontées d'autres sables également ferrugineux, par places, et que l'on pourrait confondre avec les premiers si l'on n'avait égard à l'épais gravier qui les sépare. Ces derniers sables d'un grain assez fin, blanc et jaune, d'un aspect tout particulier, apparaissent notamment dans les chemins creux si pittoresques qui séparent Watermael de Boitsfort.

Je ne sache pas qu'ils aient attiré sérieusement l'attention des géologues jusqu'ici et, en l'absence de fossiles, il n'est pas aisé de déterminer la position qu'ils occupent dans la série tertiaire. Comme ils semblent bien ne constituer qu'un seul dépôt, on peut se demander s'ils se rapportent au laekenien, au wemmelien ou au nouvel étage ledien.

C'est là un point sur lequel l'examen des affleurements encore visibles à Boitsfort va peut-être permettre de jeter quelque lumière.

La seule sablière de quelque importance dont on peut encore observer les couches supérieures, est celle ouverte dans les terrains appartenant à la famille Verhaegen et située près la rue du Pinson, qui aboutit à la drève du Duc en face de la propriété de M. Van Becelaere.

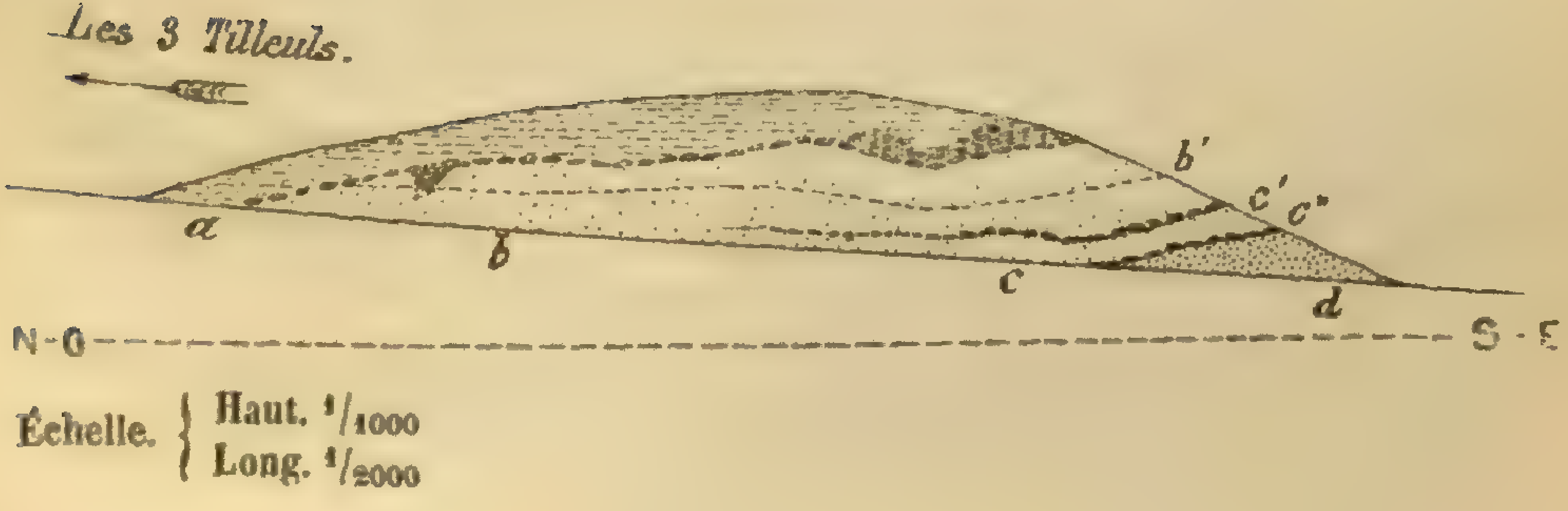
J'ai relevé la coupe de cette carrière à différentes reprises depuis 1885 jusqu'aujourd'hui, et voici la succession des couches que ont été mises à découvert.

Coupe de la sablière Verhaegen, à Boitsfort.

Q.	*a.*	Cailloux roulés quaternaires formant, vers l'extrémité N. de la sablière, d'épais amas avec un peu de limon recouvert de terre végétale . . . . mètres.	1,00
L.	*b.*	Sable jaune et gris-blanchâtre se durcissant et devenant argileux à proximité des cailloux roulés de la couche *a*	2,90
	c.	Gravier avec lit argileux	0,10
	d.	Sable graveleux	0,50
	e.	Gravier semblable à *c*	0,10
	f.	Sable jaunâtre avec quelques grains de gravier	1,20
	g.	Gravier épais	0,20
B.	*h.*	Sable quartzeux concrétionné passant au grès ferrugineux, formant un ou deux bancs épais dont le supérieur, presque continu, atteint parfois plus d'un mètre d'épaisseur. Ce banc est séparé du gravier *g* par une couche de $0^m,50$ de sable quartzeux bruxellien, présentant, au contact du gravier, un lit ferrugineux géodique.	2,00
	i.	Sables blanc et jaune avec grès lustrés arrondis disséminés dans la masse	3,00
	j.	Sable blanc quartzeux avec grès lustrés de $1^m,20$ de long, recouvert d'*Ostrea cymbula* Ce sable est moucheté de noir vers le bas et présente par places des matières noires avec fragments d'argilite brune et petits lits presque continus et très serrés d'ocre jaune. Il est visible sur. . . . . mètres.	3,00
		Total. . .	14,00

On remarquera que les couches graveleuses qui surmontent les sables bruxelliens *h-j* ne renferment pas les *Nummulites lævigata* et *scabra* et autres fossiles roulés que présente toujours le gravier laekenien. Elles semblent bien représenter la base des sables dominants de Boitsfort, dont la coupe ci-dessus ne montre qu'une faible épaisseur et qui sont beaucoup mieux caractérisés sur leur prolongement au N.-E., où les déblais effectués l'an dernier pour l'élargissement de la rue des Trois Tilleuls m'ont permis de relever sur le talus oriental la coupe ci-après :

Coupe relevée sur le talus oriental de la rue des Trois Tilleuls, à Boitsfort.



Q.	*a.*	Limon stratifié et cailloux roulés formant par places de puissants amas. . . . mètres.	4,00
L.	*b.*	Sable jaune à grains fins, graveleux vers le bas, avec bandes rougeâtres et un lit argilo-ferrugineux, parfois concrétionné (*b'*) ; cette couche sableuse varie en épaisseur de 4 à .	5,00
		A reporter. . .	9,00

Report. . . 9,00

c. Sable jaune graveleux, à grains fins, d'aspect gris-cendré par places, présentant vers le haut, et seulement dans la partie méridionale de la coupe, comme le montre la figure ci-dessus, de petites couches de gravier avec lits minces argileux (*c'*), $0^m,30$.

Au contact des sables bruxelliens il présente aussi un épais gravier surmonté d'un petit lit argileux très mince (*c''*), $0^m,35$. . . . 2,15

B. *d*. Sable bruxellien avec grès fistuleux effrités, présentant au contact du gravier *c''* des linéoles argileuses avec matières noires, sur $0^m,35$. 4,00

Total. . . 15,15

En août 1875, j'ai observé dans la même rue des Trois Tilleuls, un peu plus bas que la coupe précédente, sous $6^m,50$ de limon avec lignées de cailloux roulés vers le bas, 4 mètres de sable bruxellien semblable à celui de ladite coupe, et 3 mètres de sable blanc exploité, très quartzeux, avec rares concrétions arrondies et parfois volumineuses de grès lustrés.

On a vu que cette dernière zone sableuse se retrouve également dans la sablière Verhaegen, et je l'ai observée en différents autres points, notamment en août 1879, dans un déblai pratiqué pour la construction d'une serre derrière l'habitation portant le n° 19 de la drève du Duc.

Le contact des sables bruxelliens et des sables jaunes sus-jacents s'observe en maints endroits dans les chemins creux entre Watermael et Boitsfort, et différents déblais

pour les fondations de villas de la drève du Duc m'ont aussi permis d'en étudier les moindres détails.

Il en est de même à la station de Boitsfort, où un déblai pratiqué pour la construction d'une citerne m'a permis de relever, en juin 1885, la coupe ci-dessous :

Coupe d'un déblai à la station de Boitsfort.

	a. Terrain remanié . . . . mètres.	0,25
L.	*b.* Sable jaune-brunâtre à grains demi-fins, moucheté de noir	0,55
	c. Sable semblable à *b*, mais graveleux et présentant des linéoles de gravier dans la masse .	0,60
	d. Lit ferrugineux dans le sable graveleux, variant de 0,05 à	0,10
B.	*e.* Sable blanc quartzeux bruxellien avec grès ferrugineux vers le bas	0,50
	Total. . .	2,00

Le sable jaune *b* de la coupe précédente qui surmonte les couches graveleuses qui le séparent du sable bruxellien, ne présentant qu'une très faible couche, il importait de pouvoir l'étudier dans la tranchée assez profonde qui s'étend au N.-O. du pont de la station et dont j'ai pu relever la coupe que voici :

Coupe relevée sur le talus oriental de la tranchée au N.-O. de la station de Boitsfort.

Cette coupe n'est plus visible depuis que les talus de la tranchée sont recouverts de végétation et d'arbustes, mais quelques déblais que j'ai pu faire pratiquer sur le talus oriental permettront de donner une idée de sa composition.

Déblai n° 1 (à 27 mètres du Pont).

Q.	*a.* Limon brun	mètres.	2,70
	b. Cailloux roulés		0,30
	c. Limon sableux jaune		0,75
	d. Lit de cailloux roulés		0,05
L.	*e.* Sable jaune-brunâtre ferrugineux avec lits minces de sable durci ferrugineux. . . .		1,60
	f. Sable jaune et gris-blanchâtre plus pâle, devenant argileux par places et séparé seulement du sable *e* par un mince filet brunâtre ferrugineux		1.80
	g. Gravier		0,25
B.	*h.* Sable quartzeux bruxellien, blanc, bariolé de jaune ferrugineux et présentant à 0^m,25 sous le gravier, un banc de 0^m,20 de sable durci, brun, passant au grès ferrugineux (*h'*) . . Le sable *h* présente jusqu'au niveau de la voie ferrée une épaisseur de		1,50
		Total. . . .	8,95

Déblai n° 2 (à 96 mètres du Pont).

Q.	*a.* Limon recouvert de terre végétale .	mètres.	4,00
	b. Cailloux dans un sable brunâtre argileux . .		1,55
L.	*c.* Sables à grains fins jaunes et plus rarement blanchâtres, devenant grisâtres vers le bas.		2,55
	d. Sable semblable à *c*, mais argileux par places, devenant jaune-brunâtre et légèrement graveleux vers le bas et présentant plusieurs		
		A reporter. . .	7,70

		Report. . .	7,70
		lits argilo-ferrugineux dont le plus inférieur, séparé par un mètre du gravier *e*, rappelle tout à fait celui du premier déblai de la tranchée du Grand Pont au S.-E. de la station d'Etterbeck (*k*) . . . . . . mètres.	2,40
	e.	Gravier	0,10
B.	*f.*	Sable quartzeux bruxellien blanc et jaune. .	0,50
	g.	Sable ferrugineux durci passant au grès ferrugineux et visible jusqu'au niveau de la voie ferrée sur	0,50
		Total. . .	11,20

Déblai n° 3 (à 173 mètres du Pont).

Q.	*a.*	Limon brun recouvert de terre végétale . .	4,50
	b.	Limon jaune plus ou moins sableux. . . .	0,30
	c.	Cailloux roulés dans l'argile sableuse grisâtre.	0,35
L.	*d.*	Sable fin jaune ferrugineux, passant à l'argile sableuse avec matière noire vers le bas, sur 0,10	1,00
	e.	Sables fins blanc et jaune avec lits ferrugineux	4,00
	f.	Gravier à 1^{m},40 sous le niveau de la voie ferrée.	0,10
B.	*g.*	Sable quartzeux bruxellien.	
		Total. . .	10,25

Il résulte du relevé des déblais qui précèdent que dans la tranchée de la station de Boitsfort, comme dans les autres affleurements de cette localité, les sables et grès bruxelliens sont surmontés par un dépôt présentant tous les caractères des sables décalcarisés, qui, dans la tranchée

du Grand Pont, au S.-E. de la station d'Etterbeek, s'observent entre les sables wemmelien et laekenien.

Or ces sables passent latéralement aux roches calcareuses à *Num. variolaria,* tout à fait semblables à celles de Lede et qui constituent avec elles le nouvel étage ledien.

J'ajouterai qu'un coup d'œil jeté sur la coupe de la tranchée du Grand Pont, telle qu'elle est figurée sur la planche qui accompagne ma dernière communication, montre que le gravier ledien avec son inclinaison accentuée vers le S. semble bien indiquer sa tendance à raviner les dépôts laekeniens sous-jacents au point de se confondre avec le gravier laekenien pour se trouver finalement, vers Watermael et Boitsfort, en contact avec les sables bruxelliens.

On a déjà vu que le gravier qui, à Boitsfort, surmonte les sables bruxelliens, ne m'a pas encore fourni jusqu'ici la moindre trace des fossiles roulés si caractéristiques du banc séparatif laekenien. Il en est de même à la station de Watermael où des déblais à la bêche, pratiqués sur les petits talus de chaque côté de la voie ferrée, m'ont permis d'observer le contact des sables bruxelliens et du sable jaune que je rapporte, de même que celui de Boitsfort, au nouvel étage ledien et dans lequel M. G. Vincent m'a dit avoir constaté la présence des *Num. variolaria* qui sont, en général, si abondantes à ce niveau.

Lorsque le gravier laekenien surmonte les sables bruxelliens comme à Auderghem, par exemple, il est toujours pétri de *Num. lævigata, N. scabra* et autres fossiles roulés dont je n'ai encore trouvé de traces ni à Boitsfort ni à Watermael.

Cette circonstance jointe à celle de l'identité pétrographique des sables décalcarisés qui, dans ces localités, surmontent les roches bruxelliennes, avec ceux qui, dans la

tranchée du Grand Pont comme dans celle au N. de Watermael, font partie intégrante du nouvel étage ledien, semble bien autoriser de les rapporter à ce même étage.

Conclusion. — Les recherches dont je viens de résumer les principaux résultats m'ont amené à cette conclusion, assez inattendue, que non seulement les dépôts sableux qui en font l'objet constituent un nouvel étage de l'Éocène moyen, mais qu'ils acquièrent un beaucoup plus grand développement que les dépôts laekeniens qu'ils recouvrent, et surtout que les sables wemmeliens dont on ne les voit surmontés qu'en de très rares endroits.

On peut dire que ce sont les sables lediens décalcarisés qui, par leurs teintes particulières d'un jaune d'ocre ou d'un aspect bigarré et moucheté, rappelant celui de la peau de daim, donnent le caractère dominant du sous-sol des environs de Bruxelles, sur la rive droite de la Senne.

C'est ainsi, par exemple, que lorsqu'on parcourt l'avenue Brugmann, à Uccle, l'attention est immédiatement attirée par la teinte vive des sables jaunes qu'on utilise dans les nombreuses briqueteries de chaque côté de l'avenue.

De même aussi après le creusement de l'avenue Louise, on a pu voir, notamment à l'ancienne butte Defacqz, les mêmes sables jaunes de la partie supérieure, recouvrant par éboulements tous les talus et leur donnant cet aspect particulier qu'ils ont conservé jusqu'au moment où ils ont fait place aux habitations qui s'élèvent aujourd'hui tout le long de l'avenue.

On vient de voir qu'il en est de même entre Watermael et Boisfort et j'ajouterai, jusque bien au delà vers le S.

J'ai montré que le gravier à *Num. variolaria,* considéré par la plupart des géologues comme formant la base de

l'étage wemmelien et qui est si bien caractérisé à Uccle, à Forest et surtout à Saint-Gilles, est surmonté dans cette dernière localité par des sables et grès calcarifères dont un banc renferme en abondance la *Turritella crenulata* et autres fossiles caractéristiques des sables de Lede, près d'Alost. Or, j'ai montré que ces derniers se retrouvent, avec tous leurs caractères lithologiques et paléontologiques, dans la tranchée du Grand Pont au S.-E. de la station d'Etterbeek où ils passent latéralement aux sables jaunes décalcarisés qui viennent d'être étudiés à Uccle, à Saint-Gilles (au S. de la Prison) et qui, dans toute la région comprise entre Watermael et Boisfort, recouvrent le sable bruxellien et se montrent jusqu'aux points les plus culminants, tel que celui des Trois Tilleuls.

Enfin, on a vu que dans cette même tranchée du Grand Pont, les sables et grès lediens reposent sur les roches laekeniennes et sont recouvertes par des sables renfermant des plaquettes ferrugineuses à *Num. wemmelensis.*

Je me suis attaché à établir qu'il en est de même à l'O. de Bruxelles ainsi qu'à Lede, près d'Alost, et j'ai montré qu'à Baeleghem, près de Gand, comme au Mont des Récollets, dans le N. de la France, les roches qui ont été rapportées à l'étage wemmelien doivent être rangées, en majeure partie, si pas en totalité, dans le nouvel étage ledien (1).

Dans une communication récente (2), M. Rutot examine, avec une grande compétence, la question du ledien, et,

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* t. XIV, n° 7, 1887.

(2) *Bull. de la Soc. belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie,* t. II, pp. 109-121, séance du 25 avril 1888.

tout en admettant en principe l'introduction de ce nouveau terme dans la série éocène, il voudrait voir se généraliser les observations qui ont été publiées jusqu'ici sur ce sujet. C'est là un vœu que partageront tous les géologues, non seulement pour ce qui concerne le ledien, mais plus encore peut-être pour d'autres termes de l'Éocène, tels que l'asschien sur lequel la discussion reste complètement ouverte malgré les recherches étendues de M. Rutot qui en est l'auteur. Seulement, je ferai remarquer que si la conclusion à laquelle m'ont conduit les observations de M. M. Vincent et les miennes propres est fondée, il en résulterait nécessairement que les dépôts wemmeliens, au lieu d'être prédominants dans le bassin franco-belge comme on l'a cru jusqu'ici, seraient, au contraire, répartis suivant une aire géographique extrêmement restreinte et ne dépassant guère au S., sur la rive droite de la Senne, une ligne passant par la Petite Suisse et Tervueren.

Il s'en suivrait donc que le nouvel étage ledien de l'Éocène moyen comprendrait la plus grande partie des couches sableuses que l'on rapporte aujourd'hui à l'étage wemmelien de l'Éocène supérieur, et que celles-ci seraient représentées sur la rive droite de la Senne par un dépôt sableux qui aurait, en général, passé complètement inaperçu jusqu'ici.

Maintenant, si l'on réfléchit que sur la rive gauche de la Senne on constate un passage insensible des sables wemmeliens à l'argile glauconifère et de celle-ci aux sables d'Assche, et qu'il en est à peu près de même sur la rive droite, en faisant abstraction d'un faible lit de gravier qui ne s'observe qu'en de certains points entre les deux premiers de ces dépôts, on sera porté à considérer toute cette

série de sables et d'argile comme formant un seul et même étage : l'étage wemmelien, lequel avec son épais gravier de base, sur la rive droite de la Senne, ravine fortement les couches sous-jacentes.

On comprend, dès lors, pourquoi, en dehors de la zone fort restreinte des sables de Wemmel proprements dits, on voit l'argile glauconifère séparée du dépôt ledien sous-jacent par le gravier de base de l'étage wemmelien tel qu'il vient d'être défini.

Dans ces conditions, les couches argilo-sableuses que M. Rutot range dans son étage asschien rentreraient purement et simplement dans l'étage wemmelien, où il les avait lui-même placées naguère. La création du nouvel étage ledien entraînerait donc la suppression de l'étage asschien.

Telle est la conclusion qui semble pouvoir être tirée de l'étude stratigraphique des dépôts qui font l'objet de cette communication, mais il va de soi qu'elle doit être subordonnée à l'examen minutieux des faunes de ces dépôts.

Ce n'est qu'après une revision complète de la liste des fossiles de Wemmel et la publication de celle des fossiles d'Assche, qu'on pourra se rendre compte si les couches auxquelles elles se rapportent peuvent, malgré leurs différences fauniques déjà entrevues, être groupées dans un même étage, et si ce dernier doit être classé dans l'Éocène supérieur ou dans l'Oligocène inférieur.

Il est à remarquer à ce sujet que les couches wemmeliennes ne semblent pas s'étendre, vers Louvain, au delà de la vallée de la Dyle, et qu'on ne les voit nulle part en contact avec les couches argilo-sableuses de l'Oligocène tongrien dont le gravier de base renferme, sur la rive droite de ce cours d'eau, les *Nummulites lævigata* et *scabra* roulées du banc séparatif laekenien.

Dans ces conditions, il est permis de se demander si les dépôts wemmeliens ne constitueraient pas un faciès particulier des couches tongriennes marines des environs de Louvain et du Limbourg.

Si cette opinion se vérifiait par la suite, elle apporterait une nouvelle et éclatante sanction aux vues stratigraphiques de Dumont, qui assimilait, comme on sait, l'argile glauconifère à l'étage inférieur de son système tongrien.

Le tableau suivant permettra de résumer la nouvelle interprétation que je propose, sous les réserves mentionnées ci-dessus, pour les dépôts rapportés par M. Rutot à ses étages wemmelien et asschien, dans la légende de la nouvelle carte géologique détaillée de la Belgique à l'échelle du 20000e.

Classement de M. Rutot.	Désignation des dépôts rapportés à l'Éocène moyen et supérieur dans le bassin franco-belge.	Nouveau classement proposé.
Asschien. (Éocène supér.)	Sable d'Assche.	**Wemmelien.** (Oligocène ou Éocène supérieur.)
	Argile glauconifère . . . . : .	
	Gravier local et *bande noire* . . .	
Wemmelien. (Éocène supér.)	Sable de Wemmel	
	Gravier à *Num. wemmelensis* . .	
	Sable et grès de Lede	**Ledien.** (Éocène moyen.)
	Gravier à *Num. variolaria* . . .	
Laekenien. (Éocène moyen.)	Sable et grès de Laeken	**Laekenien.** (Éocène moyen.)
	Gravier à *Num. lævigata* roulées .	
Bruxellien. (Éocène moyen.)	Sable et grès siliceux et calcarifères.	**Bruxellien.** (Éocène moyen.)

Avant de terminer cette étude, je dois faire remarquer que M. Rutot s'est mépris sur le sens d'une courte note résumant une communication verbale que je fis à la séance du 3 mars dernier, de la Société royale malacologique. Ce géologue termine, en effet, sa communication sur le ledien, en annonçant que dans la note en question j'expose des vues toutes personnelles, remettant en question tout ce que j'ai dit précédemment, d'accord avec M. M. Vincent au sujet du ledien. Dès lors, dit-il, le banc graveleux à *Num. variolaria* ne constituerait plus la base du ledien, mais un niveau graveleux contenu dans le ledien dont la base deviendrait indécise. Il n'est pas douteux, ajoute M. Rutot, que cette nouvelle opinion ne soit combattue aussi bien par ceux qui admettent l'autonomie du ledien, que par ceux qui n'acceptent pas encore la distinction du ledien et du wemmelien comme démontrée.

Il est évident que l'opinion exprimée ici par M. Rutot ne peut être que le résultat d'une équivoque qu'il importe de faire disparaître.

A cet effet, il me suffira de faire remarquer que, dans la note incriminée par M. Rutot, il ne s'agit que de la couche graveleuse à *Num. variolaria* telle qu'elle se présente à Lede dans la coupe d'une sablière à 500 mètres au S. de l'église de cette localité, couche *e* (1) et non pas du gravier séparatif à *Num. variolaria* dont je mentionnais déjà l'existence à Uccle, en 1873, et dont je viens de faire ressortir l'importance à Saint-Gilles, par la description de plusieurs coupes dont le levé de certaines d'entre elles remonte à près de dix ans.

---

(1) *Bull. de la Soc. roy. Malacol.*, t. XII, séance du 4 février 1888.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 6 août 1888.

M. Bormans, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ch. Potvin, *vice-directeur;* J. Thonissen, A. Wagener, Alph. Wauters, Alph. Le Roy, P. Willems, Ch. Piot, Aug. Scheler, J. Gantrelle, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Roersch, *membres;* Alph. Rivier, *associé;* Alex. Henne, A. Van Weddingen, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. Thonissen exprime, par écrit, ses remerciements au sujet des félicitations qui lui ont été adressées par la Classe pour sa nomination de docteur *honoris causa* de l'Université de Bologne.

— Le comité d'histoire et d'ethnographie, établi à la mairie de Passy (Paris), fait appel à la participation de

l'Académie en ce qui concerne l'histoire ancienne et l'ethnographie, en vue des séances publiques qu'il se propose de tenir dans l'année courante et en 1889.

— M. Alphonse Wauters présente, au nom de M. Victor Tahon, ingénieur, secrétaire général de la Société archéologique de Charleroi, un exemplaire de sa brochure intitulée : *Les armes franques et leur fabrication en Belgique.* — Remerciements.

M. Wauters fait, en même temps, hommage à la Classe de ses derniers travaux :

La famille Breughel, avec une phototypie. Bruxelles, 1888; in-8°.

Discours prononcé par M. A. Wauters dans la séance inaugurale de la Société d'archéologie de Bruxelles, le 10 juin 1887. In-8°.

A propos de la ville de Léau, de son ancienneté, de son nom et de ses origines. 1888; in-8°.

De l'emploi de la pierre et de la brique en Brabant pendant le moyen âge. 1888; in-8°.

Discours prononcé, au nom de la Classe des lettres, aux funérailles de Jules Van Praet. 1888; in-8°.

A propos d'un nouveau système historique sur le régime relatif à l'établissement des Francs en Belgique. 1888; in-8°.

Sur l'épistémonomie de feu Philippe Vander Maelen. 1887. in-8°.

Note bibliographique : « *Le canton de Léau.* » 1887; in-8°.

Note bibliographique sur l'ouvrage de M. Tahon : « *Les origines de la métallurgie au pays d'Entre-Sambre-et-Meuse.* » 1887; in-8°.

Les Suèves ou quelques variations sur ce thème : « LA CRITIQUE EST AISÉE ET L'ART EST DIFFICILE. » 1887; in-8°.

Note sur le tome VI des *Relations politiques*, de M. le baron Kervyn de Lettenhove. 1888; in-8°.

Note sur un travail de M. Castan : « *Les noces d'Alexandre Farnèse et de Marie de Portugal.* » 1888; in-8°.

Les serments prêtés aux villes principales du Brabant par les ducs, lors de leur inauguration. 1887; in-8°.

Sur des documents apocryphes qui concerneraient Henri de Gand. 1888; in-8°.

Exposé des travaux de la table des chartes et diplômes. 1885; in-8°.

Geschiedenis der oude vrijheid en heerlijkheid van Overyssche (extrait de l'Histoire des environs de Bruxelles, traduit et annoté par E. Rigaux), Overyssche. 1888; in-12. — Remerciements.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 2 août 1888.

M. Alex. Robert, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. F.-A. Gevaert, *vice-directeur;* C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, le chevalier L. de Burbure, Ernest Slingeneyer, Ad. Samuel, Ad. Pauli, Joseph Schadde, Joseph Jaquet, J. Demannez, Charles Verlat, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Jos. Stallaert, J. Rousseau, *membres;* Max. Rooses et J.-B. Meunier, *correspondants.*

M. le directeur adresse à M. Fétis les félicitations de la Classe au sujet de sa promotion au grade de commandeur dans l'Ordre de Léopold. — *Applaudissements.*

M. Fétis remercie ses confrères pour cette marque de sympathie.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un vif sentiment de regret la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. Louis-Alphonse François, associé de la section de gravure, décédé à Paris, le 7 juillet dernier, à l'âge de 73 ans.

— M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics envoie :

1° Une nouvelle série de bulletins résultant des recherches de M. Edmond Vander Straeten dans les collections musicales de la Bibliothèque royale de Munich et formant le relevé complet des compositions manuscrites concernant la Belgique que renferme ce dépôt. — Renvoi à la commission de publication des œuvres des anciens musiciens;

2° Un exemplaire de la septième livraison de l'œuvre de Grétry portant pour titre : *Anacréon chez Polycrate, opéra en trois actes.* — Remerciements et dépôt dans la bibliothèque.

— M. Charles Meerens adresse une nouvelle communication sur la gamme musicale. — Renvoi à la section de musique.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des appréciations suivantes :

1° De MM. Fétis, Slingeneyer et Robert, sur le 7e rapport semestriel de M. Verbrugge, prix de Rome pour la peinture en 1883;

2° De MM. Hymans, Demannez et Biot, sur le 2e rapport semestriel de M. Van der Veeken, prix de Rome pour la gravure en 1886.

Ces documents seront transmis à M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

David Teniers le jeune (*1610-1690*) ;
Notice (1) par H. Hymans, membre de l'Académie.

Teniers (David), dit le jeune (1610-1690), peintre flamand dont la célébrité égale presque celle de Rubens et de Van Dyck, naquit à Anvers le 15 décembre 1610. Son père, David le vieux (1582-1649), dont il cultiva le genre avec une puissance très supérieure d'invention, avait été l'élève d'Elsheimer à Rome, et de Rubens à Anvers. Pourtant, si l'œuvre de Teniers le jeune trahit cette double influence, il en est une troisième qui s'accuse avec une netteté absolue au début de sa carrière : celle d'Adrien Brouwer. Si les procédés du jeune peintre évoquent plus d'une fois le souvenir de Rubens, il est dans ses œuvres des pages nombreuses où l'influence de Brouwer se traduit d'une manière évidente, qu'on les considère au point de vue du type ou même au point de vue de l'arrangement. Nous ne possédons toutefois aucune preuve de l'intervention de Rubens ou de Brouwer dans l'éducation du jeune Teniers, et Smith a sans doute raison de croire que l'admiration excitée à un certain moment par les œuvres de Brouwer, a seule poussé Teniers à les imiter. En somme,

(1) Cette notice a été écrite pour l'*Encyclopédie britannique*.

l'unique relation que l'on puisse signaler entre Teniers et Rubens est le fait du mariage d'Anne Breughel, pupille de ce dernier et fille de Jean Breughel de Velours, avec Teniers, union célébrée en 1637.

Franc-maître de la gilde de Saint-Luc en 1632, c'est-à-dire à 22 ans, Teniers n'avait point attendu jusqu'alors pour fixer sur ses œuvres l'attention du public. Le Musée de Berlin possède de lui un groupe de cavaliers et de dames, portant la date de 1630. Il faut ajouter qu'au début le peintre ne cherche en aucune sorte à différencier ses œuvres de celles de son père, et rien ne nous autorise à croire, avec certains auteurs, qu'il ait débuté par des sujets religieux. Le Dr Bode, dans une étude des plus remarquables sur Brouwer et son œuvre, constate que les premières peintures de Teniers portent le nom de leur auteur avec l'omission de l'*s* final. En effet, *Teniers* est la forme flamande du nom très franchement wallon sous lequel Taisnier, le grand-père de notre peintre, mercier originaire d'Ath, était venu exercer son commerce à Anvers en 1558. La remarque de M. Bode se trouve confirmée par la circonstance que non seulement David le vieux, mais encore son frère Abraham et ses quatre fils, furent inscrits aux registres de la gilde de Saint-Luc d'Anvers comme *Tenier*.

Des œuvres de premier ordre, l'*Enfant prodigue* et un groupe de *Buveurs* à Munich, la peinture connue sous le nom des *Cinq sens* au Musée de Bruxelles, toutes signées comme il vient d'être dit, prouvent éloquemment la supériorité de l'artiste à une époque où probablement il avait à peine atteint sa vingtième année. A une touche des plus délicates il joignait dès lors un coloris tout ensemble harmonieux et étincelant.

Waagen est d'accord avec Smith pour affirmer que les œuvres de la période de 1645 à 1650 donnent l'expression la plus complète du génie de Teniers. Nous nous permettons d'ajouter que, dès avant cette époque, un nombre considérable de productions auraient pu suffire à immortaliser le nom du peintre. A peine atteignait-il sa trentième année que le Serment de Saint-Georges d'Anvers lui fournissait l'occasion de produire l'œuvre merveilleuse que possède aujourd'hui l'Ermitage à Saint-Pétersbourg, la célèbre parade de la garde bourgeoise d'Anvers en l'honneur de son vieux commandant Godefroid Sneyders. La minutieuse étude du détail n'a point altéré l'effet d'ensemble de ce prestigieux tableau, où se combinent à un degré surprenant le savoir, fruit du travail, et le bon goût naturel. Cette page, l'une des quarante productions antérieures ou postérieures que possède de Teniers l'Ermitage, nous amène à parler d'un tableau grandiose, daté pareillement de 1643, et faisant partie de la Galerie Nationale de Londres (n° 952). Il en existe une magnifique répétition, datée de 1646, chez le duc de Bedford. Cent cinquante personnages sont ici groupés. Hommes, femmes, enfants se reposent des fatigues d'un pèlerinage entrepris à quelque châsse vénérée, à quelque fontaine miraculeuse. La pieuse cohorte attend le repas qu'on voit préparer dans une rangée d'énormes chaudrons. Vérité de physionomie, savante disposition des groupes, prodigieuse entente du clair-obscur, tout concourt à provoquer l'admiration non moins que la surprise du spectateur. « Pareille œuvre, dit Waagen, doit faire ranger son auteur parmi les plus grands peintres de sa classe. » Que pareille composition ait pu être désignée comme une *Fête* dans le catalogue de la Galerie Nationale, cela suffit à établir combien peu il entrait dans les habi-

tudes de Teniers d'envisager le côté dramatique des choses. La franchise d'expression, la liberté d'allure décidaient avant tout de ses préférences dans le choix d'une donnée. On pourrait même admettre qu'il lui arrive d'exagérer l'une et l'autre. Il semble tenir essentiellement à ce que nous sachions que, loin de participer aux danses et aux bnveries de ses rustauds, il vit en personnage et qu'il en a les dehors. Que de fois il nous montre les tourelles de son château de Perck et que de fois aussi, au milieu du tourbillon de la fête du village, nous le voyons apparaître environné des siens et reçu avec les marques d'une profonde déférence par les notables de l'endroit. Au surplus, il a ses types préférés dont le retour est, dans son œuvre, un caractère très spécial. Il nous souvient même d'avoir rencontré la série de ces modèles, grands comme nature, au palais Doria Pamphili à Rome (1) et dans un tableau signé, appartenant à M. H.-R. Hughes, à Londres, où l'homme représenté comme un marchand de poisson est simplement le frère du peintre, Abraham Teniers, comme le démontre un portrait de ce dernier gravé par Edelinck.

En 1644, la municipalité d'Anvers appela Teniers à exercer les fonctions de doyen de la gilde de Saint-Luc. Vers la même époque, l'archiduc Léopold-Guillaume, gouverneur général des Pays-Bas catholiques, amateur d'art passionné, eut recours à son talent à la fois comme peintre et comme conservateur de la galerie qu'il s'occupait de former. Comme conséquence, peu après 1647, Teniers, revêtu du titre « d'Ayuda de camara », vint se fixer à Bruxelles. Des sommes immenses furent affectées

---

(1) Sous le nom de Weeninx.

par l'archiduc à l'acquisition de peintures. Sa collection put s'enrichir notamment d'une quantité de précieuses peintures italiennes provenant des galeries de Charles I^{er} et du duc de Buckingham, lesquelles figurent présentement au Belvédère à Vienne. Nous savons par De Bie que Teniers séjourna un certain temps à Londres, commissionné par le duc de Feunsaldaña, lieutenant de Léopold d'Autriche dans les Pays-Bas. Il s'agissait nécessairement d'y acquérir des tableaux.

Des peintures de Madrid, de Munich, de Vienne et de Bruxelles nous renseignent sur l'aspect de la résidence impériale au temps de Léopold. On y voit fréquemment l'Archiduc, conduit par Teniers, admirant quelque nouvelle acquisition de sa galerie. Au surplus, aucune peinture n'en est omise. Les cadres portent à la fois les noms des auteurs et les numéros d'inventaire, si bien que l'ensemble des tableaux de l'espèce pourrait constituer comme un catalogue illustré de la collection (1).

Plus intéressante encore est une œuvre, aujourd'hui conservée à la Pinacothèque de Munich, et où nous voyons Teniers occupé à peindre sous les yeux d'un groupe de courtisans, dans une des salles du palais, avec un vieux paysan pour modèle.

Le départ de Léopold pour Vienne mit fin à la tâche de Teniers. Du reste, les tableaux furent transférés en Autriche

---

(1) L'inventaire manuscrit de la galerie de Léopold-Guillaume a été découvert, il y a peu d'années, dans les archives du prince de Schwartzenberg, à Vienne. Il a été publié par M. Adolphe Berger. Teniers fit exécuter en 1658 un ensemble de 243 eaux-fortes d'après les meilleurs tableaux italiens de la collection de son maître. Le volume parut en 1660 sous le titre de *El Teatro di Pinturas*.

et ce fut un ecclésiastique, excellent peintre de fleurs lui-même, le chanoine Vander Baren, qui en eut la garde. Mais Teniers demeura en haute faveur auprès du nouveau gouverneur général, don Juan, fils naturel de Philippe IV. Le prince devint son élève et, si nous en croyons De Bie, fit même un jour le portrait du fils même de son peintre.

Honoré comme un des grands artistes de l'Europe, Teniers paraît s'être rendu fort malheureux par des aspirations aristocratiques. Peu de temps après la mort de sa femme, arrivée en 1656, il épousa, en secondes noces, Isabelle de Fren, la fille du secrétaire du Conseil de Brabant. A dater de ce moment il fit l'impossible pour faire reconnaître ses droits à porter des armoiries. Dans une requête au roi, il se plaît à rappeller que l'honneur de la chevalerie a été conféré précédemment à Rubens et à Van Dyck. De guerre lasse, le roi fit savoir qu'il était disposé à accueillir la demande du peintre, sous la réserve expresse, pourtant, qu'il cesserait de faire trafic de ses œuvres. La condition, heureusement, parut un peu dure à Teniers, et nous inclinons très fort à supposer que ce fut là une des causes de son grand zèle à vouloir doter la ville d'Anvers d'une Académie des beaux-arts dans laquelle ne seraient admis dorénavant que des artistes, à la différence de ce qui se pratiquait à la vénérable gilde de Saint-Luc, où fabricants de cadres, relieurs et doreurs étaient mis sur un pied d'égalité avec les statuaires et les peintres, si exalté que fût leur mérite (1). Il y eut de grandes réjouissances à Anvers, le 26 janvier 1663, lorsque Teniers arriva de Bruxelles, porteur du décret royal instituant l'Académie, dont l'exis-

(1) La séparation définitive n'eut lieu qu'en 1773.

tence, on peut l'affirmer, était due entièrement à ses démarches.

Teniers mourut à Bruxelles le 25 avril 1690 (1). Un tableau de la Galerie de Munich (n° 906), daté de 1680, nous le montre sous les traits d'un alchimiste, et considérablement plus vieux, en apparence, que son âge. A dater de cette époque, il est plus fréquemment question de lui comme marchand de tableaux que comme peintre, ce qui peut avoir donné naissance à cette légende qu'il fit répandre le bruit de sa mort pour obtenir de ses peintures un prix plus élevé.

David, son fils aîné, peintre de talent et de réputation, mourut en 1685. Une œuvre de ce troisième Teniers, *Saint Dominique agenouillé devant la Vierge*, peinture datée de 1666, orne l'église de Perck. De même que son père, le troisième David fournit de nombreux patrons aux célèbres ateliers de tapisseries de Bruxelles.

Cornélie, fille de Teniers, devint l'épouse de Jean Érasme Quellin, le peintre bien connu (1634-1715).

Le *Catalogue raisonné* de Smith décrit plus de 700 peintures acceptées comme œuvres originales de Teniers. De fait, peu d'artistes ont donné des preuves d'une plus haute facilité, et il est dans son œuvre des paysages semés de figurines que l'on désigne sous le nom « d'après-dîners », non pas à cause de la nature de leurs sujets, mais à cause du temps affecté à leur production. Les Galeries de Madrid, de Saint-Pétersbourg, de Vienne, de Munich, de Dresde, de Paris, de Londres et de Bruxelles, possèdent ensemble plus de 200 Teniers. En Angleterre, les collections particulières

(1) On a souvent publié à tort 1694 et 1695.

en montrent plus de 150 et les galeries privées de l'Europe en possèdent au moins un nombre égal. S'il est parmi ces créations un très grand nombre de pages qu'il est permis de qualifier de merveilleuses, d'autres, en revanche, laissent infiniment à désirer sous le rapport de la conscience. C'est surtout dans la période la plus avancée de la carrière du maître que nous constatons un manque de sincérité, de calme, de concentration dans l'étude de la nature, qualités qui seules empêchent l'expression de dégénérer en grimace dans les scènes où se complaît le talent de Teniers. On peut, à certains égards, attribuer cette circonstance à l'origine même du peintre et, davantage encore, à la position qu'il occupait ou prétendait occuper dans la société.

Brouwer se sentait infiniment plus à l'aise dans les tavernes, Ostade dans les milieux rustiques. C'est surtout par la pleine lumière que triomphe Teniers, et s'il est permis d'envisager comme des œuvres de premier ordre nombre de ses scènes d'intérieur, rarement elles égalent ses joyeuses kermesses, où sont prodiguées les ressources de sa prestigieuse palette. Sous ce rapport, comme sous bien d'autres, Teniers évoque presque invinciblement le souvenir de Watteau.

Pétillants et joyeux au suprême degré, ils semblent, l'un et l'autre, se mouvoir dans un monde idéal, où les peines et les soucis de tout genre ne nous atteignent que pour être bientôt noyés dans l'oubli, où le soleil ne cesse de luire.

Dans les scènes de la vie intime, les villageois boivent, jouent aux boules, dansent et chantent; rarement ils se battent. S'ils en viennent aux mains, on hésite à les prendre au sérieux.

Chez Teniers l'interprétation des sujets de la légende sacrée confine au grotesque. L'admirable tableau du Louvre, le *Reniement de saint Pierre*, a pour théâtre un corps de garde flamand où des soldats fument et jouent aux cartes.

C'est avec une prédilection évidente que nous voyons le célèbre Anversois revenir aux sujets illustrés deux siècles auparavant par Jérôme Bosch : *la Tentation de saint Antoine, le Riche aux Enfers*, les sabbats et les magiciens. Autant de prétextes à l'exhibition des monstres les plus fantastiques.

Avec l'âge, les facultés du maître déclinent certainement. A dater de 1654, ses œuvres paraissent hâtives. Cela n'empêche que, de tous les peintres, Teniers ne soit celui qui possède, au degré suprême, la faculté de tirer d'un sujet de genre la plus haute somme de satisfaction personnelle jointe à la plus irrésistible éloquence pour nous la faire partager. Ses œuvres se caractérisent par une spontanéité de conception, une sincérité de moyens et de visée qui rend leur étude incomparablement attrayante. Comme le dit Reynolds, cette étude s'impose à l'attention la plus sérieuse de tout peintre qui aspire à exceller dans la pratique de son art.

En qualité de graveur à l'eau-forte, Teniers est très inférieur à Ostade, à Corneille Bega, à Du Sart. Plus de 500 planches ont été gravées d'après ses œuvres, et s'il est exact que Louis XIV ait trouvé ses « magots » indignes de figurer dans les collections royales, en revanche il a trouvé en France de splendides interprètes par le burin et des admirateurs passionnés. Le superbe tableau de la collection du duc de Bedford fut vendu 18,030 livres en 1768, *l'Enfant prodigue* du Louvre 30,000 livres, en 1776. Les plus hautes

estimations de Smith sont aujourd'hui de beaucoup dépassées. Il taxait à 2,000 livres sterling, c'est-à-dire 50,000 francs, le grand tableau de Saint-Pétersbourg. Le Gouvernement belge a payé, en 1867, 5,000 livres sterling la grande kermesse du Musée de Bruxelles, et neuf ans après, en 1876, à la vente de San Donato, un tableau de *l'Enfant prodigue*, mesurant à peine 35 centimètres sur 60, a pu atteindre 132,000 francs, c'est-à-dire 5,280 livres.

Bien que Van Tilborgh, qui fut à Bruxelles l'élève de Teniers, ait suivi parfois avec succès le style de son maître, que d'autres artistes flamands aient excellé dans la peinture des figures de petites dimensions, on ne peut dire que Teniers ait fait école. Il demeure, en réalité, dans l'histoire de l'art, le dernier représentant de la grande école flamande du XVII^e siècle.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Renard (*A.*). — La reproduction artificielle des roches volcaniques, conférence faite le 18 mai 1888. Paris, 1888; extr. in-8° (28 p.).

— Note sur quelques roches du pic du Teyde (Ténériffe). Bruxelles, 1888; extr. in-8° (16 p.).

Wauters (*Alph.*). — La famille Breughel. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (76 p., avec une phototypie).

— Discours prononcé dans la séance inaugurale de la Société d'archéologie de Bruxelles, le 16 juin 1887. Bruxelles, 1887; extr. in-8° (4 p.).

— A propos de la ville de Léau, son ancienneté, son nom et ses origines. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (6 p.).

Wauters (*Alph.*). — De l'usage de l'emploi de la pierre et de la brique en Brabant. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (4 p.).

— Discours prononcé au nom de la Classe des lettres aux funérailles de Jules Van Praet. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (10 p.).

— A propos d'un nouveau système historique relatif à l'établissement des Francs en Belgique. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (7 p.).

— Sur l'épistémonomie de feu Philippe Vander Maelen. Bruxelles, 1887; extr. in-8° (3 p.).

— Note bibliographique « Le canton de Léau ». Bruxelles, 1887; extr. in-8° (3 p.).

— Note bibliographique sur l'ouvrage de M. Tahon « Les origines de la métallurgie au pays d'Entre-Sambre-et-Meuse ». Bruxelles, 1887; extr. in-8° (2 p.).

— Les Suèves ou quelques variations sur ce thème « La critique est aisée et l'art est difficile ». Bruxelles, 1887; extr. in-8° (4 p.).

— Note sur le tome VI des *Relations politiques* de M. le baron Kervyn. Bruxelles, 1888; in-8° (3 p.).

— Note sur un travail de M. Castan « Les noces d'Alexandre Farnèse et de Marie de Portugal ». Bruxelles, 1888; in-8° (1 p.).

— Les serments prêtés aux villes principales du Brabant par les ducs lors de leur inauguration. Bruxelles, 1887; extr. in-8° (19 p.).

— Sur des documents apocryphes qui concerneraient Henri de Gand. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (14 p.).

— Exposé des travaux de la Table des chartes et diplômes. Bruxelles, 1885; extr. in-8° (3 p.).

— Geschiedenis der oude vryheid en heerlykheid van Overyssche (extrait de l'Histoire des environs de Bruxelles, traduit et annoté par E. Rigaux). Overyssche, 1888; in-12 (109 p.).

Tahon (*Victor*). — Les armes franques et leur fabrication en Belgique. Bruxelles, 1888; in-8° (24 p.).

Toussaint (*le chan.*) — Histoire de l'abbaye de Marche-les-Dames. Namur, 1888; in-8° (124 p.).

Devillers (*Léop.*). — L'église de Sainte-Waudru à Mons doit-elle être polychromée? Mons, 1888; extr. in-8° (7 p.).

Thys (*le cap.*). — Au Congo et au Kassaï, conférences. Bruxelles, 1888; in-8° (62 p. et 3 cartes).

— Le Kassaï et la Louloua de Kwamouth à Louebo, levés à bord du steamer « Stanley ». Bruxelles, 1888; carte in-plano.

Grétry. — OEuvres, VII^e^ livraison : Anacréon chez Polycrate, opéra en 3 actes. Leipzig [1888]; vol. in-4°.

Ronkar (*E.*). — Sur l'influence du frottement et des actions mutuelles intérieures dans les mouvements périodiques d'un système : applications au sphéroïde terrestre. Bruxelles, 1888; extr. in-4° (55 p.)

Crispin (*C.-J.*). — Abrégé de l'histoire de Bouvignes. Bruxelles, 1887; in-8° (64 p.).

Pelseneer (*Paul*). — Sur la classification des gastropodes d'après le système nerveux. Paris, 1888; extr. in-8° (3 p.).

Deruyts (*Jacques*). — Sur la théorie des formes algébriques à un nombre quelconque de variables. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (32 p.).

Francotte (*P.*). — Recherches sur le développement de l'épiphyse. Liège, 1888; in 8° (71 p., pl.).

De Vos (*André*). — Promenades au jardin. Bruxelles, 1888; vol. in-8° (140 p.).

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. — Annales, tome XIV : faune du calcaire carbonifère de la Belgique, 6^e^ partie (De Koninck). — Bruxelles, 1887; 2 vol. in-4°.

Willems-Fonds, Gand. — Jozef II en zijne regeering, door Sleeckx. Karel VI en Maria-Theresia, id. 2 br. in-12.

Société des mélophiles de Hasselt. — Bulletin de la section littéraire, 24^e^ vol.; in-8°

Academie der schoone kunsten van Antwerpen. — Jaarlijksch verslag, 1887-88; in-8°.

Allemagne et Autriche-Hongrie.

Hintzmann (Ernst). — Das Innere der Erde. Magdebourg, 1888; in-8° (30 p.).

Kölliker (A.) — Die Entwicklung des menschlichen Nagels. Wurzbourg, 1888; in-8° (26 p., 3 pl.).

Université de Giessen. — Thèses et dissertations, 1887-88; 41 br. in-8° et in-4°.

Geographische Gesellschaft in Wien. — Mittheilungen, Band XXX, 1887. In-8°.

Verein für Erdkunde, Leipzig. — Mittheilungen, 1887. In-8°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg. — Jahresbericht und Abhandlungen, 1887. In-8°.

Sternwarte zu Prag. — Beobachtungen, 1887. In-4°.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. — Jahres-Bericht, 1887. Breslau; in-8°.

Gesellschaft für Geschichte, Kiel. — Zeitschrift, Band XVII. — Regesten, II, 5. — Der Rubenstein von Gottorp (Liliencron).

Verein für Erdkunde zu Darmstadt. — Notizblatt, IV, 8. In-8°.

Naturhistorischer Vereins, Bonn. — Verhandlungen, 45. Jahrgang, 1. In-8°.

Naturwissenschaftlicher Verein zu Regensburg. — Berichte 1, 1886-87. In-8°.

Amérique.

Annuaire statistique de la province de Buénos-Ayres (Albert C. Dessein), 6e année, 1886. La Plata; vol. in-8°.

Signal Office, Washington. — Annual report 1887, part 1. In-8°.

Second geological Survey of Pennsylvania. — Annual report for 1886, part III, with atlas. — Atlas bucks and Montgomery counties, n° 1, C7. — Atlas western middle anthracite field, part 2, AA. Philadelphie; 3 vol. in-8°.

American Association for the advancement of science. — Proceedings, 36th meeting, 1887. In-8°.

Geological and natural history Survey of Minnesota. — Bulletin, n^{os} 2-4. — Annual report for 1886. Saint-Paul, 1887; 4 vol. in-8°.

U. S. Coast and geodetic Survey, Washington. — Report for 1885-86; 2 vol. in-4°.

Philosophical Society of Washington. — Bulletin, vol. X. In-8°.

Smithsonian Institution. — Report for 1885, part 2. In-8°.

France.

Perey (*Lucien*) [*Luce Herpin*]. — Histoire d'une grande dame au XVIII^e siècle : la comtesse Hélène Potocka, 7^e édition. Paris, 1888; vol. in-8°.

— Histoire d'une grande dame au XVIII^e siècle : la princesse Hélène de Ligne, 12^e édition. Paris, 1888; vol. in-8°.

Héron-Royer. — Sur la présence d'une enveloppe adventice autour des fèces chez les batraciens. Paris, 1888; extr. in-8° (3 p.).

— Description du Pelobates Latifrons des environs de Turin, etc Paris, 1888; extr. in-8° (8 p.).

— Nouvelles recherches sur le Pélobate des environs de Turin. Paris, 1888; extr. in-8° (8 p.).

Bailly (*Jules*). — Pallas Athéné, poésie. Paris, 1888; in-4° (13 p.).

Royer (*Clémence*). — Attraction et gravitation d'après Newton. Paris, 1883; extr. in-8° (23 p.).

Lechalas (*Georges*). — L'agrandissement des astres à l'horizon. Paris, 1888; extr. in-8° (7 p.).

Lemoine (*Émile*). — Questions diverses sur la nouvelle géométrie du triangle. Toulouse, 1887; extr. in-8° (30 p.).

— Quelques questions se rapportant à l'étude des antiparallèles des côtés d'un triangle. Paris, 1888; in-8° (22 p.).

— Notes à propos du cercle des neuf points. Paris, 1886; extr. in-8° (5 p.).

— Étude des points inverses. Paris, 1887; in-8° (15 p.).

— Questions diverses sur la géométrie du triangle. Paris, 1886; extr. in-8° (19 p.).

— De la mesure de la simplicité dans les constructions géométriques. Paris, 1888; extr. in-4° (2 p.).

Lemoine (*É.*) et *Vigarié* (*E.*). — Note sur les éléments brocardiens. Paris, 1888; extr. in-8° (8 p.).

Paillard (*Ch*). — Notes et éclaircissements sur l'histoire générale des Pays-Bas et sur l'histoire de Valenciennes au XVI[e] siècle. Valenciennes, 1879; in-8°.

Léon-Petit (*le D*[r]). — L'hystérie pulmonaire. Paris, 1888; in-8° (104 p.).

Société des études historiques. — Revue, 1887. Paris; in-8°.

Société des antiquaires de Picardie. — Mémoires, t. XI. Bulletin, 1887, n° 4. Amiens, 1888.

Société de l'histoire de France. — Annuaire-Bulletin, 1887. Paris; in-8°.

École polytechnique. — Journal, 57[e] cahier; in-4°.

Muséum d'histoire naturelle. — Nouvelles archives, 2[e] sér., t. IX, 2; X, 1. Paris; in-4°.

Société des beaux-arts de Caen. — Bulletin, vol. VII, 4[e] cahier. In-8°.

Ministère de l'Instruction publique. — Comité des travaux historiques et scientifiques: Revue des travaux scientifiques, t. II-VII. Paris, 1883-87; 6 vol. in-8°.

Société académique indo-chinoise, Paris. — Bulletin, 1881. In-8°.

Académie de législation de Toulouse. — Recueil, t. XXXV. In-8°.

Société dunkerquoise pour l'encouragement des sciences, etc. — Mémoires, 1885-86. In-8°.

Académie de médecine, Paris. — Mémoires, t. XXXIV et XXXV. 2 vol. in-4°.

Ministère de la Guerre. — Catalogue de la bibliothèque, t. IV et V. Paris, 1886-87; 2 vol. in-8°.

Société linnéenne de Bordeaux. — Actes, t. XL et XLI. 2 vol. in-8°.

Société des sciences naturelles de Cherbourg. — Mémoires, t. XXV. In-8°.

Société linnéenne de Normandie. — Bulletin, 1886-87. Caen; vol. in-8°.

Académie des sciences morales et politiques. — Collection des ordonnances des rois de France : Catalogue des actes de François I^{er}, tome I^{er}. — Mémoires, tome XV. Paris, 1887-88; 2 vol. in-4°.

Académie des Inscriptions, Paris. — Notices et extraits des manuscrits, tomes XXVIII, 1re partie; XXXII, 1re partie. — Mémoires, tome XXXIII, 1re partie.

Grande-Bretagne, Irlande et Colonies Britanniques.

Cotes (*E.-C.*). — A preliminary account of the wheat and rice weevil in India. Calcutta, 1888; in-8° (28 p. et fig.).

— The experimental introduction of insecticides into India, with a short account of modern insecticides and methods of applying them. Calcutta, 1888; in-8° (8 p.).

Dollo (L.). — On the humerus of Euclastes. Londres, 1888; extr. in-8° (8 p., 1 fig.).

— The architects' Register, vol. III. Londres, 1888; in-16.

Smith (Piazzi). — Report on the royal Edinburgh Observatory for 1888. In-4°.

Royal Society of New South Wales. — Journal and proceedings, vol. XXI. Sydney, 1888; vol. in 8°.

Royal irish Academy. — Proceedings: science, and polite, january 1888. — Transactions, vol. XXIX, 1 and 2. — Cunningham memoirs, n° IV. — List of the papers published in the Cunningham memoirs, and irish manuscript series, (1786-1886). Dublin.

Meteorological Department of the Government of India. — Report of the meteorology of India in 1886. — Memoirs on the winds and monsoons of the Arabian Sea and North Indian Ocean. — Indian meteorological memoirs, vol. IV, part 4 Calcutta; 5 vol. in-4°.

Observatory, Greenwich. — Observations; astronomical, magnetical and meteorological Results; Spectroscopic and photographic results, 1885. Numerical lunar theory, 5 vol. in-4°.

Linnean Society of New South Wales. — Proceedings, vol. II. — List of the names of contributors to the first series, vol. I-X. Sydney; in-8°

Radcliffe Observatory, Oxford. — Observations, 1884. In-8°.

Britisch Association for the advancement of science. — Report of the 57th meeting, Manchester, 1887. Londres, 1888; vol. in 8°.

Australian Museum, Sydney. — Catalogue of the australian stalk- and sessile-eyed crustacea. — Catalogue of a collection of fossils. — Catalogue of the australian hydroid zoophytes. — Catalogue of the echinodermata, part. 1. — Descriptive catalogue of the general collection of minerals. — Descriptive

catalogue of the medusae of the australian seas. Sydney, 1882-87; 6 vol. in-8°.

Manchester literary and philosophical Society. — Proceedings, vol XXV and XXVI. Memoirs, 3d sér, vol. X. 1885-87; 3 vol. in-8°.

British Museum. — A guide to the principal gold and silver coins of the ancients, by Barclay V. Head, 2d ed. Londres, 1881; vol. in-8°.

— Medaillic illustrations of the history of Great Britain and Ireland to the death of George II (Edw. Hawkins, Aug. Franks, Herbert A. Grueber), vol. 1 and 2. Londres, 1885; 2 vol. in-8°.

— Catalogue of books in the library of the british Museum, printed in England, Scotland, and Ireland, and of books in english printed abroad to the year 1640, vol. I-III. Londres, 1884; 3 vol. in-8°.

— A catalogue of books placed in the galleries in the reading room of the british Museum. Londres, 1886; vol in-8°.

— A subject index of the modern works added to the library of the british Museum in the years 1880-85. Londres, 1886; vol. in-4°.

Royal Society of Edinburgh. — Transactions, vol. XXII, parts 2-4; XXX, part 4; XXXI; XXXIII, parts 1 and 2. Proceedings, sessions 1883-87.

ITALIE.

Osservatorio di Brera in Milano. — Pubblicazioni. n. XXXIII: Osservazioni sulle stelle doppie. Serie prima. Milano, 1888; in-4°.

Accademia d'agricoltura di Verona. — Memorie, vol. LXIII. In-8°.

Pays-Bas.

Nederlandsche Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing — II : Uitkomsten der Rijkswaterpassing (Cohen Stuart, Van de Sande Bakhuyzen en Van Diesen), 1875-85. La Haye, 1888; vol. in-4°.

—

Pays divers.

Osservatorio de Madrid. — Observaciones meteorologicas, 1882-85. Resumen, 1883; 3 vol. in-8°.

Naturforscher Gesellschaft, Dorpat — Sitzungsberichte, Band VIII, 2. Schriften, II-IV.

TABLE DES MATIÈRES.

CLASSE DES SCIENCES — *Séance du 4 août 1888*

CORRESPONDANCE. — Annonce de la mort de J. C. Houzeau. M. Liagre chargé d'écrire la notice du défunt. — Septième session du Congrès des américanistes, à Berlin. — 70e anniversaire du Dr Donders, à Utrecht (médaille). — Hommage d'ouvrages. — Ouverture d'un billet cacheté de MM. Dewilde et Reychler. — Travaux manuscrits soumis à l'examen. 138

CONCOURS ANNUEL. — Aucune des questions du programme n'a donné lieu à réponse 141

Discours prononcé aux funérailles de J. C. Houzeau, membre de l'Académie, par J.-B.-J. Liagre . . . . *ib.*

RAPPORTS. — Lecture des rapports de MM. Lagrange, Mansion et Folie sur un mémoire de M. Ferron concernant le flux et le reflux de la mer . . 148

Rapport de MM. Stas et Spring sur un travail de M. A. Petermann intitulé : Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture. . . *ib.*

Rapport de MM. Le Paige et Mansion sur un travail de M. J. Deruyts concernant la différentiation mutuelle des fonctions invariantes . 149, 150

Rapport de MM. Spring et Stas sur un travail de M. Eug. Prost concernant l'action de l'acide chlorhydrique sur la fonte 151, 152

Rapport de MM. Leo Errera et Gilkinet sur un mémoire de M. Micheels concernant les jeunes palmiers 152, 157

Rapport de M. Folie sur une note de M. F. Thiry concernant la nature des comètes 157

Rapport de M. Folie sur une note de M. Prinz relative à des photographies d'éclairs 158

Rapport de M. Crépin sur une note de M. Alf. Cogniaux concernant quelques Cucurbitacées du Congo 159

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *Iles océaniques et leurs relations avec le relief sous-marin*, 1re partie ; par A. Renard (lecture destinée à figurer dans la collection des Mémoires in-8°) . . . . *ib.*

Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes; par F. Plateau (lecture destinée à figurer dans la collection des Mémoires in-8°). . . . . *ib.*

De l'intensité de la scintillation des étoiles dans les différentes parties du ciel; par Ch. Montigny 160

Note concernant la vérification numérique d'une formule relative à la force élastique des gaz; par Ch. Lagrange. 171
Sur un cas particulier de la formule du binôme; par E. Catalan 194
Détermination des variations que le frottement intérieur de l'air pris sous diverses pressions éprouve avec la température; par P. De Heen . 195
Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes; par J. Deruyts. 207
Étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur la fonte; par Eug. Prost. . 216
Sur quelques Cucurbitacées rares ou nouvelles, principalement du Congo; par Alfred Cogniaux 232
Étude de la structure des éclairs par la photographie; par W. Prinz . . 244
Sur l'existence d'un nouvel étage de l'Éocène moyen dans le bassin franco-belge; par Michel Mourlon 252

CLASSE DES LETTRES. — *Séance du 6 août 1888.*

CORRESPONDANCE. — Remerciements de M. Thonissen pour les félicitations qui lui ont été adressées au sujet de sa nomination de docteur *honoris causa* de l'Université de Bologne. — Séances publiques du Comité d'histoire et d'ethnographie établi à la Mairie de Passy. — Hommage d'ouvrages 277

CLASSE DES BEAUX-ARTS — *Séance du 2 août 1888.*

Félicitations à M. Fétis pour sa promotion au grade de commandeur de l'Ordre de Léopold. 280
CORRESPONDANCE — Annonce de la mort de M. Alph. François, Associé. — Renvoi à la Commission de publication des œuvres des anciens musiciens d'une nouvelle série de *Bulletins* résultant des recherches de M. Edm. Vander Straeten. — Envoi d'ouvrage — Lettre de M Ch Meerens, envoyée à l'examen . . . . *ib.*
RAPPORTS. — Communication au Ministre : *a*) de l'appréciation du 7e rapport de M. Verbrugge, prix de Rome, pour la peinture en 1883 281
b) De l'appréciation du 2e rapport de M. Vander Veken, prix de Rome, pour la gravure en 1886. . . . . *ib.*
COMMUNICATIONS ET LECTURES. *David Teniers le jeune (1610-1690)*; par H. Hymans 282
OUVRAGES PRÉSENTÉS 291

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

58e année, 3e série, tome 16.

Nos 9-10.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, ETC.,

ET DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE,

Rue de Louvain, 108

1888

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1888. — N^{os} 9-10.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 13 octobre 1888.

M. Crépin, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Briart, *vice-directeur;* J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, Gluge, H. Maus, F. Donny, Ch. Montigny, Brialmont, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Plateau, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés;* A. Renard, P. De Heen, Ch. Lagrange et L. Errera, *correspondants.*

M. Folie écrit qu'une indisposition l'empêche d'assister à la séance.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un vif sentiment de regret la perte qu'elle vient de faire en la personne de l'un des associés de sa section des sciences naturelles, le docteur Rudolf Clausius, professeur à l'Universisé de Bonn, décédé en cette ville le 24 août dernier.

M. Liagre donne, en même temps, lecture d'une lettre de M. Folie faisant connaître quels étaient les travaux dont M. Clausius s'occupait au moment de sa mort.

— M. le Ministre de l'Intérieur envoie les ouvrages suivants pour la bibliothèqne :

1° *Das Studium der Geographie in und ausser der Schule;* par le professeur Stauber, d'Augsbourg. Prix du Roi pour la géographie.

2° *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie de Bruxelles,* tome Ier, 1887. — Remerciements.

— M. Félix Leconte, à Tournai, adresse, sous la date du 25 septembre dernier, un pli cacheté portant en suscription : *Sciences physiques.*

Un second pli cacheté est remis, de la part de M. le Dr Léon Stilmant, et ne pourra être ouvert que sur sa demande ou celle de son associé, M. Joseph Dusseldorf, de Bruxelles. — Dépôt dans les archives de l'Académie.

— M. Delacy, à Roulers, adresse la troisième partie : *Forces artificielles,* de son travail portant pour titre : *Forces et moteurs.* — Dépôt dans les archives.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Catalogue raisonné des orthoptères et des névroptères de Belgique;* par le baron de Selys Longchamps, avec une note qui figure ci-après;

2° *Sur le genre trigonia, et description de deux trigonies nouvelles des terrains supra-crétacé, de Maestricht et de Ciply;* par A. Briart;

3° a) *Mélanges mathématiques,* tome III; b) *Sur un cas particulier de la formule du binôme;* par E. Catalan;

4° *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France : L'Ardenne;* par J. Gosselet. (Présenté par M. Malaise, avec une note qui figure ci-après);

5° *Introduction à l'étude descriptive des médicaments naturels d'origine végétale;* par A. Herlant. (Présenté par M. Stas);

6° *Ueber eine neue Monadine, Endobiella Bambekii;* par C. De Bruyne;

7° *Ueber das Fingerskelett der Pinnipedier und der Cetaceen;* par H. Leboucq;

(Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. Ch. Van Bambeke);

8° *Flora Brasiliensis,* fasc. CIII : Melastomaceae II^e^; par A. Cogniaux. — Remerciements.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de rapporteurs :

1° *Exposé des motifs de l'omission des forces tangentielles signalée dans le rapport de M. Lagrange sur le mémoire concernant une nouvelle théorie des marées;* par Eug. Ferron. — Commissaires : MM. Lagrange, De Tilly et Folie;

2° *Sur quelques propriétés des transformations linéaires;* par Jacques Deruyts. — Commissaires : MM. Le Paige et Mansion ;

3° *Sur quelques phosphates et arséniates doubles;* par L. Chevron et A. Droixhe. — Commissaires : MM. Spring et Stas;

4° *Sur un nouveau système de ballon dirigeable* (avec 4 dessins); par Charles Weiler. — Commissaire : M. Maus;

5° *Sur les valeurs numériques de la gamme musicale de M. Delezenne;* par Charles Meerens. — Commissaires : MM. Van der Mensbrugghe et Montigny;

6° *La saccharification diastasique;* par A. Reychler. — Commissaires : MM. Stas et Fredericq.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

Présentation d'ouvrage.

M. le baron de Selys Longchamps s'exprime ainsi, en présentant son *Catalogue raisonné des Orthoptères et des Névroptères de Belgique,* qui fait partie du t. XXXII des Annales de la Société Entomologique de Belgique :

« Le travail que j'ai rédigé ne renferme aucune espèce nouvelle; ce n'est qu'un recensement statistique avec indication des localités et des époques d'apparition, auxquelles j'ai ajouté souvent des observations pour faciliter la recherche et la détermination de certaines espèces rares ou difficiles à reconnaître.

» Ce catalogue est le résultat de plus de cinquante années de recherches dans les parties les plus caracté-

ristiques de notre territoire : 47 espèces d'Orthoptères et 327 de Névroptères y sont énumérées.

» Je suis persuadé qu'il est encore assez incomplet pour certains groupes, notamment les *Psocidæ*, les *Ephemeridæ* et les *Phryganidæ;* mais un tel relevé manquant tout à fait jusqu'ici pour cette partie de notre Faune, j'ai lieu d'espérer qu'on le trouvera utile, tout au moins comme base et point de départ pour des recherches ultérieures. »

En présentant : *L'Ardenne,* par J. Gosselet (1), M. Malaise appelle l'attention de l'Académie sur ce remarquable ouvrage. « Peu de géologues, ajoute-t-il, ont publié autant de travaux sur la Belgique que notre savant associé.

» Le nouveau livre de M. le professeur Gosselet peut être considéré comme le complément, considérablement et heureusement augmenté, de son Mémoire sur les terrains primaires, paru en 1860.

» Outre les observations, qui résultent de ses recherches, on y trouve analysés et discutés les nombreux travaux dont les différents terrains primaires, se rapportant à l'ARDENNE, ont été l'objet. »

---

(1) In-4°, de 881 pages, XXVII planches photographiées, une carte, XI planches de coupes, et 244 figures sur bois, dans le texte. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. Paris, Baudry et Cie, 1888.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports suivants :

1° De MM. Van Beneden, père et fils, et Van Bambeke, concernant le rapport soumis par Charles Julin au Gouvernement, *Sur les travaux physiologiques de la session de Manchester (1887) de l'Association britannique pour l'avancement des sciences.* — Renvoi à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique ;

2° De MM. P.-J. Van Beneden et Alph. Briart, sur une demande de subside adressée au Gouvernement par M. De Munck pour visiter, au point de vue paléontologique, les musées de Copenhague et de Stockholm. — Même renvoi;

3° De M. A. Renard sur une communication adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères par M. Charlier, consul général de Belgique à Batavia, *Sur le récent tremblement de terre à l'île de Bali.* — Même renvoi ;

4° De MM. Mansion, De Tilly et Van der Mensbrugghe concernant le mémoire de M. Eug. Ferron, *Sur les équations fondamentales de la théorie de la lumière.* — La Classe décide que ce travail, avec les rapports des commissaires, sera déposé aux archives.

De l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de α Lyrae, faites à l'Observatoire de Washington; par L. Niesten, astronome à l'Observatoire.

Rapport de M. Folie, premier commissaire.

« Le nouveau travail de M. Niesten lui a sans doute été inspiré par le succès qu'il avait obtenu dans un travail du même genre sur les observations de γ Drac. faites à Greenwich, qui, grâce à l'introduction de la nutation diurne, avaient donné pour cette étoile une parallaxe positive.

Il n'en est pas de même du travail actuel, portant sur les observations de α Lyrae, faites à Washington dans le premier vertical.

Mais je ferai remarquer, à ce sujet, que la nutation diurne ne peut pas s'introduire dans ce genre d'observations comme une simple nutation en déclinaison, mais qu'il y faudrait introduire également la différence des nutations diurnes en Æ entre les passages est et ouest.

La réduction de ces observations, quant à la nutation diurne, est tellement compliquée, qu'étant donnée l'existence certaine de cette nutation, et, par suite, la nécessité d'en corriger les observations faites dans le premier vertical, je n'hésite pas à déclarer que ces observations, sur lesquelles Bessel et Struve avaient fondé tant d'espérances, seront abandonnées dans un avenir peu éloigné.

Je publierai plus tard le calcul complet des réductions à faire subir à ces observations pour les corriger de la nutation diurne ; mais j'assure qu'il faudra être doué d'une forte dose de patiente énergie pour les entreprendre. La parallaxe négative trouvée par M. Niesten, comme par A. Hall, ne me surprend donc nullement; j'ajouterai même qu'il manque encore, aux termes de réduction employés, ceux qui proviennent de la nutation initiale, et que les astronomes, Nyrén en particulier, ont en vain tâché de déterminer.

Néanmoins le travail de M. Niesten, quoiqu'il ne puisse répondre, au point de vue de la correction des constantes de l'astronomie ou à celui de la parallaxe de l'étoile, à l'attente des astronomes, apporte une preuve de plus à l'appui de l'existence de la nutation diurne

Le coefficient qui résulte de sa détermination est de 0,095″, valeur que j'estime un peu faible.

La longitude qui en résulte pour le *premier méridien* est de 69° à l'est de Paris.

Cette dernière concorde fort bien avec celle que j'ai déduite de ma formule de la différence systématique entre les catalogues, provenant de la nutation diurne, en appliquant cette formule à la comparaison des catalogues de Paris et de Washington, tant en Æ qu'en D.

A ce titre, j'estime que le travail de M. Niesten, fruit d'un labeur considérable, mérite d'être publié dans les *Mémoires* in-4°, et je propose à la Classe d'en ordonner l'impression et de voter des remerciements à l'auteur. »

Rapport de M. Liagre, second commissaire.

« Tout en rendant justice à l'énorme somme de calculs numériques que le mémoire de M. Niesten a dû coûter à son auteur, je ne puis m'empêcher de regretter que ce laborieux et estimable astronome se soit livré à un travail pénible et ait dépensé un temps précieux, pour aboutir à un résultat nul au sujet de l'existence de la nutation diurne.

Quoi qu'il en soit, puisque le travail est fait, et que le premier commissaire croit devoir en proposer l'insertion dans les recueils de l'Académie, plutôt que dans les *Annales* de l'Observatoire où il serait plutôt à sa place, j'adhère volontiers à la proposition faite par mon savant confrère, celle de l'impression dans notre recueil in-4°.

Mon adhésion, toutefois, est subordonnée à deux conditions, savoir : une suppression et une addition.

La suppression que je propose est celle des tableaux détaillés, conduisant aux valeurs des deux coefficients désignés dans le mémoire par les lettres Σ_1 et Σ_2. Lorsqu'un calculateur fait connaître les formules qu'il a employées, les données numériques qu'il y a introduites et les résultats auxquels il est arrivé, son devoir est accompli. Il est inutile qu'il fournisse, par le menu, tous les calculs intermédiaires par lesquels il a dû passer pour arriver aux résultats. Ces calculs qui, dans le cas actuel, s'élèvent à un total de plus de 18,000 chiffres, grossissent inutilement le mémoire.

Quant à l'addition que j'ai à suggérer à l'auteur, elle me paraît d'une importance capitale. L'utilité de la méthode

des moindres carrés, qu'il a employée, ne réside pas seulement dans le fait qu'elle conduit au résultat le plus probable : un de ses avantages les plus précieux, c'est de permettre d'apprécier numériquement le degré d'exactitude que le résultat comporte, autrement dit son *erreur moyenne*. C'est un complément que l'auteur n'a pas donné à son travail et qui me paraît indispensable. C'est seulement lorsqu'il l'aura donné qu'il aura le droit de dire, comme il le fait, que son travail apporte une nouvelle preuve à l'appui de l'existence de la nutation diurne.

Et, en effet, la valeur de cette constante uranographique, calculée par M. Niesten, est seulement de neuf centièmes de seconde, et rien ne lui prouve que l'erreur moyenne de ce résultat ne soit pas égale, ou peut-être supérieure au résultat lui-même. S'il en était ainsi, le travail de M. Niesten serait contraire plutôt que favorable à l'existence de la nutation diurne.

Le fait d'une parallaxe annuelle *négative*, s'élevant à sept centièmes de seconde, trouvée par M. Niesten pour l'étoile observée, est de nature à nous inspirer une certaine défiance à ce sujet. En effet, si la valeur trouvée pour une des cinq inconnues que renferme le système des équations normales présente une erreur incontestable de plus de sept centièmes de seconde, rien ne prouve, *a priori*, qu'une autre de ces inconnues ne soit affectée d'une erreur égale, et peut être plus grande. »

La Classe a adopté les conclusions des rapports de ses deux commissaires.

De la genèse du placenta chez le Lapin; par J. Masius, étudiant à l'Université de Liége.

Rapport de M. Éd. Van Beneden.

« Le travail sommaire que j'ai l'honneur de présenter traite de la formation du placenta chez le Lapin. Il est l'exposé succinct de recherches étendues, qui paraîtront d'ici à quelques mois dans les *Archives de Biologie.*

Ce travail a été exécuté sous ma direction, et c'est sur le conseil que je lui ai donné que M. Masius a présenté à l'Académie, afin de prendre date, un résumé de ses études. C'est assez dire que je n'hésite pas à proposer à la Classe de décider l'impression du travail de M. Masius dans le *Bulletin* de la séance. »

M. Van Bambeke a appuyé ces conclusions, qui ont été mises aux voix et adoptées.

Note sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie; par M. Éric Gérard.

Rapport de M. W. Spring.

« M. Éric Gérard fait connaître, dans cette note, un perfectionnement ingénieux qu'il a apporté aux procédés d'enregistrement à l'aide de la photographie.

Au lieu de faire usage de l'arc voltaïque, comme source lumineuse destinée à frapper le miroir concave dont il faut enregistrer les mouvements, il se sert de l'étincelle secondaire fournie par la bobine de Ruhmkorff. Cette étincelle étant périodique, par suite de l'élasticité du ressort

interrupteur de la bobine, on a tout naturellement la division du temps, en intervalles égaux, inscrite sur la courbe enregistrée ; on supprime, de cette façon, l'emploi de tout chronographe spécial.

L'auteur a essayé sa méthode pour l'étude des courants variables fournis par les dynamos à courants alternatifs : les résultats ont été très bons.

Le procédé de M. Éric Gérard sera certainement utilisé, à cause de son extrême simplicité, par le plus grand nombre des expérimentateurs. Aussi, est-ce avec empressement que je propose à la Classe d'ordonner l'insertion de cette note dans le *Bulletin* de la séance. »

M. Candèze a adhéré à ces conclusions, qui ont été mises aux voix et adoptées.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Sur les formules de réduction des circompolaires en ascension droite et en déclinaison (suite); par F. Folie, membre de l'Académie, directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles.

Dans ma précédente note (*), les termes du second ordre en déclinaison n'ont pas été ramenés à une forme semblable à celle que leur a donnée M. Fabritius.

La chose est possible cependant.

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, 3e sér., t. XV, 1888; pp. 701 et suivantes.

En reprenant les expressions données dans mon *Traité des réductions stellaires*, et en cherchant à les rapprocher de la forme de Fabritius-Oppolzer, j'ai trouvé que l'ensemble des termes du second ordre en déclinaison, donnés pages 64, 78 et 79 du *Traité*, peut se mettre sous la forme suivante :

$$\Delta^2\delta = -\tfrac{1}{4}\sin 2\delta\left[(\mathrm{A}a + \mathrm{B}b + \mathrm{C}c + \mathrm{D}d)^2 + \cot^2\delta\,(\mathrm{A}a + \mathrm{B}b)^2\right].$$

Si l'on néglige le second terme, dont le facteur $\cot^2\delta$ compense les facteurs $\mathrm{tg}^2\,\delta$, implicitement contenus dans $(\mathrm{A}a + \mathrm{B}b)^2$, cette expression se réduit simplement à :

$$\Delta^2\delta = -\tfrac{1}{4}\sin 2\delta\,(\Delta\alpha)^2,$$

assez analogue à la formule de Fabritius-Oppolzer

$$\Delta^2\delta = -\tfrac{1}{2}\cot\delta_0\,(\Delta\alpha_0)^2,$$

ou à la formule revue par Fabritius à la suite de mes critiques (*) :

$$\Delta^2\delta = -\frac{\cot\delta_0}{2}\left[(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\delta)^2\right].$$

Dans la même Note, une inadvertance dans le calcul m'a fait écrire une expression incorrecte des termes en F. Je m'empresse de la réparer en donnant l'expression complète des termes du second ordre :

$$\Delta^2\alpha = \mathrm{tg}\,\delta\,(\Delta\alpha\,\Delta\delta + \mathrm{F}),$$

(*) *Bull. astronomique*, mai 1888, p. 187.

l'expression de F, par laquelle ma formule diffère de celle de Fabritius-Oppolzer, étant

$$F = -\tfrac{1}{4}\sin 2\varepsilon \cos\alpha\,(\Delta\psi)^2$$
$$+\tfrac{1}{4}\cos\varepsilon \sin\alpha\, NN' \sin 2\Omega$$
$$+\cos\varepsilon \sin\alpha \,.\, \frac{N}{-\omega_1}\left(P \sin\Omega - \tfrac{1}{2} N'\omega_1^2 t\right),$$

où ε désigne l'obliquité de l'écliptique, P, N, N′, en secondes d'arc, 50.2, 9.2, 17.2 et où

$$\log(-\omega_1) = 9.52837.$$

J'ajouterai que les formules de mon *Traité*, desquelles j'ai déduit les précédentes (qui n'en diffèrent que par des termes peu importants, dont aucun n'a du reste tg δ pour facteur) concordent avec celles du *Berl. Jahrb.* pour 1884, pp. (14) et (15) de l'Add.

Je n'ai fait la comparaison que pour les termes du second ordre de la nutation seulement, les autres termes, c'est-à-dire ceux de l'aberration et ceux qui proviennent de la combinaison de la nutation et de l'aberration, étant les mêmes dans mes formules, dans celles de Fabritius, du *Berl. Jahrb.* et de Poulkova.

Dans la recherche de ces termes, je n'ai pas tenu compte, à tort sans doute, de ceux qui dépendent de la double longitude du Soleil, et qui sont donnés dans le *Berl. Jahrb.* Par contre, mes formules renferment d'autres termes importants qui ne se trouvent pas dans celui-ci. J'omets donc les termes en 2⊙ et 3⊙ donnés dans le *Berl. Jahrb.* Quant à ses termes en ⊙ ± ☊, ils proviennent de la com-

binaison de la nutation et de l'aberration, et figurent, comme je viens de le dire, dans mes formules complémentaires $\Delta^2\alpha$ et $\Delta^2\delta$. Ces formules complémentaires renferment aussi, implicitement, les termes en $2\odot$ du *Berl. Jahrb.*

Le calcul, fait pour 1850, a donné les résultats inscrits ci-dessous, dans la deuxième ligne, la première reproduisant ceux du *Berl. Jahrb.*

$$\left.\begin{aligned} d\alpha = &+ \begin{matrix}0''.000154\\153\end{matrix} \cos 2\alpha\,(\mathrm{tg}^2\delta + \tfrac{1}{2}) \sin 2\Omega \\ &- \begin{matrix}0.000160\\159\end{matrix} \sin 2\alpha\,(\mathrm{tg}^2\delta + \tfrac{1}{2}) \cos 2\Omega \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ \text{p. (14)}$$

$$\left.\begin{aligned} &+ \left[\begin{matrix}0.002241\\223\end{matrix} \cos\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta + \begin{matrix}0.000975\\967\end{matrix} \sin 2\alpha(\mathrm{tg}^2\delta + \tfrac{1}{2})\right]\tau^2 \\ &- \left[\begin{matrix}0.001535\\155\end{matrix} \cos\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta + \begin{matrix}0.000677\\663\end{matrix} \sin 2\alpha(\mathrm{tg}^2\delta + \tfrac{1}{2})\right]\tau \sin\Omega \\ &+ \left[\begin{matrix}0.002061\\205\end{matrix} \sin\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta - \begin{matrix}0.001798\\0890\end{matrix} \cos 2\alpha(\mathrm{tg}^2\delta + \tfrac{1}{2})\right]\tau \cos\Omega \end{aligned}\right\} \text{p. (15)}$$

On voit que ces résultats sont absolument identiques, sauf en ce qui concerne le dernier coefficient, qui est exactement deux fois plus grand dans la formule du *Berl. Jahrb.* que dans la mienne. Je l'ai cependant vérifiée avec beaucoup de soin.

Quant aux termes que donne ma formule, et qui ne figurent pas dans celle du *Berl. Jahrb.*, les voici :

$$\begin{aligned} &- 0''.000694 \sin\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta \sin\Omega \\ &- 0''.000176 \sin\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta \sin 2\Omega \\ &- 0''.000131 \cos\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta \cos 2\Omega \\ &- 0''.000445\, \tau \cos\Omega. \end{aligned}$$

On peut faire abstraction du dernier, égal au plus à 0″.0005.

Je ferai remarquer que ces termes sont contenus dans ma précédente formule :

$$\Delta^2\alpha = \operatorname{tg}\delta\,(\Delta\alpha\,\Delta\delta + F)\ (^*),$$

et que cette dernière renferme même implicitement, comme je l'ai dit ci-dessus, les termes en 2☉ du *Berl. Jahrb.*, par la raison que ceux-ci sont contenus dans les expressions $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$.

Il semble donc que cette formule fort simple est même plus rigoureuse que les longues formules du *Berl. Jahrb.*; elle mérite, en tous cas, la préférence sur celle de Fabritius.

(*) La formule suivante est toutefois plus rigoureuse :

$$\Delta^2\alpha = \operatorname{tg}\delta\,(\Delta\alpha\,\Delta_n\delta + F) + \frac{2}{\sin 2\delta}\,\Delta\alpha\,\Delta_a\delta,$$

$\Delta_n\delta$ représentant les termes du premier ordre de la variation en déclinaison due à la précession et à la nutation; $\Delta_a\delta$ ceux de la variation due à l'aberration annuelle.

De la genèse du placenta chez le Lapin; par Jean Masius, étudiant en médecine.

(Travail du laboratoire d'embryologie de M. le professeur Éd. Van Beneden à Liège)

Dans ce mémoire, nous avons cherché à donner la solution de quelques questions très discutées, sur l'origine et la signification de divers éléments qui se trouvent dans le placenta complètement constitué.

De ces questions les plus importantes sont : 1° de déterminer les modifications précises que subit la muqueuse utérine dans le cours de la gestation; 2° de fixer dans quelle mesure l'embryon, d'une part, la mère, de l'autre, interviennent dans l'édification du placenta.

Les opinions les plus contradictoires ont été émises sur ces points, et les divergences d'interprétation proviennent très probablement de l'ignorance relative où l'on se trouve encore actuellement, quant aux premiers stades de la formation du placenta. C'est cette lacune que ce travail veut combler.

Le mémoire complet, avec figures, qui justifie nos conclusions, paraîtra ultérieurement et donnera un exposé détaillé des premiers stades du développement du placenta chez le Lapin.

D'après nos observations, voici les conclusions auxquelles nous sommes arrivé :

1° Préalablement à la fixation du blastocyste, la muqueuse utérine acquiert une grande épaisseur et forme à sa surface de grosses papilles dermatiques, tapissées par l'épithélium utérin. Ces grosses papilles, séparées les unes des autres par les grandes cryptes au fond desquelles s'ouvrent les glandes de l'utérus, forment avec le reste du derme une grande saillie sur laquelle se fixe l'épiblaste et se développe le placenta.

2° Ni les glandes, ni l'épithélium de l'utérus ne prennent part à la genèse du placenta; l'extrémité profonde des glandes se conserve pendant toute la durée de la gestation dans la profondeur de la muqueuse; tandis que l'épithélium utérin qui entoure les papilles dermatiques, et aussi l'épithélium glandulaire dans la région de l'embouchure des glandes utérines, dégénèrent et disparaissent complètement.

Les noyaux de l'épithélium en dégénérescence commencent par augmenter très considérablement en nombre, en suivant un processus qui n'est pas la division mitosique; puis ces noyaux deviennent irréguliers et anguleux, et, se chargeant de granulations brillantes et incolores, ils ne sont bientôt plus colorés qu'à la périphérie. Ainsi constitués, ils sont logés dans une substance fondamentale abondante. Unis à cette substance, les noyaux au niveau des ébauches placentaires se rassemblent fréquemment en grand nombre, et forment alors des amas globuleux qui, par étranglement de leur base, se séparent du reste de l'épithélium, lequel, par ce fait, devient souvent discontinu. Dans ces gros globules les noyaux se groupent dans l'un des hémisphères, la substance fondamentale persistant seule dans l'autre; chacun de ces hémisphères se séparant par

la suite, il peut en résulter la formation de globules secondaires constitués, les uns, exclusivement de noyaux, les autres, exclusivement de substance fondamentale. La suite des modifications que subissent ultérieurement ces éléments globuleux amène la disparition respective des noyaux et de la substance fondamentale de l'épithélium utérin primitif. Les noyaux brillants, anguleux, colorés seulement à la périphérie dont nous venous de parler, se modifient d'une façon identique dans les globules et dans les autres parties de l'épithélium entré en dégénérescence. Ces noyaux devenus plus petits sont ultérieurement uniformément colorés, ne présentent plus la moindre granulation et se transforment bientôt en simples grumeaux chromatiques. Quelques-uns de ces grumeaux se confondent parfois en masses chromatiques très irrégulières avant de se résoudre en une sorte de poussière chromatique qui se perd dans les tissus ambiants.

A des stades relativement jeunes, au niveau des ébauches du placenta, les cavités limitées par les cryptes se conservent encore plus ou moins bien, mais sur les côtés des ébauches placentaires ces cavités sont très réduites, et peuvent même disparaître par suite du grand développement que prend la substance fondamentale.

A ce niveau cette substance acquiert une teinte brun-verdâtre par l'action du liquide de Flemming, ses contours deviennent très nets, et elle semble se désagréger en petits fragments sphériques qui peuvent se répandre dans la cavité utérine, entre l'épiblaste et la muqueuse. Ces fragments deviennent de plus en plus petits et finissent par disparaître.

Les formations globuleuses formées de substance fonda-

mentale qui se trouvent au niveau des ébauches du placenta subissent la même dégénérescence.

3° Les vaisseaux de la muqueuse s'entourent d'une gaine de cellules, qui sont toutes dérivées des éléments cellulaires fixes du derme. Ces gaines en se développant, par division mitosique des cellules qui les constituent, acquièrent de très grandes dimensions et forment la masse dominante du derme dans les stades avancés de la genèse du placenta.

Au début, les cellules des gaines périvasculaires épaisses renferment d'ordinaire plusieurs noyaux, 2, 3 ou 4, et leur protoplasme, rosé par le carmin, est uniformément étalé dans toute la cellule. Plus tard, les contours de la cellule deviennent de plus en plus nets, le protoplasme se concentre autour des éléments nucléaires, et de là envoie de fins prolongements vers la périphérie de la cellule. Entre ces prolongements se trouvent souvent des hématies. Les cellules des gaines arrivées à ce stade constituent les cellules dites sérotines et forment la plus grande masse du derme.

4° L'endothélium des vaisseaux de la muqueuse dégénère et disparaît. L'endothélium devient d'abord fort épais, de façon à former une couche de protoplasme dans laquelle sont logés des noyaux qui ne sont plus aplatis. Ces noyaux deviennent très grands et irréguliers, la chromatine se rassemble sur quelques gros grains, les contours des noyaux deviennent clairs et disparaissent, et dès lors des amas de grains chromatiques sont immédiatement logés dans le protoplasme. Bientôt celui-ci se désagrège pour laisser tomber ces grains dans la cavité vasculaire. A partir de ce moment, le vaisseau n'ayant plus d'endothélium, la gaine

périvasculaire délimite immédiatement sa cavité, et le sang peut filtrer en faible quantité à travers les cellules périvasculaires ou sérotines.

5° Dans des stades jeunes, la muqueuse renferme un grand nombre d'éléments qui, pour nous, sont des leucocytes; ces leucocytes se transforment en corpuscules formés d'un cordon chromatique moniliforme, ou de granulations chromatiques entourées par une zone hyaline et incolore, qui limite vers l'extérieur un contour circulaire ou ovalaire. Ces corpuscules sont disséminés dans le derme même de la muqueuse et dans certains vaisseaux qui sont probablement des veinules. Ces éléments, dont la signification nous échappe, n'existent que dans les stades moyens, car, avant huit jours et après dix-huit jours environ, on ne peut pas constater leur présence, ni dans la muqueuse, ni dans les vaisseaux.

6° Déjà, avant la fixation du blastocyste à la muqueuse, on distingue deux couches dans l'épiblaste embryonnaire : l'une profonde, à cellules cylindriques, l'autre plus superficielle, irrégulière, plus foncée par le carmin, à noyaux groupés en nids nucléaires et jamais en mitose. Dans cette couche superficielle, on ne voit pas de division en territoires cellulaires. C'est par cette couche que se fait l'union à la grande saillie de la muqueuse utérine; cette couche prend bientôt un énorme développement et constitue une masse protoplasmique multinucléée, dans laquelle la couche épiblastique profonde envoie des papilles primordiales, d'abord non vascularisées, formées par l'épiblaste et la somatopleure.

D'autre part, des capillaires sanguins maternels s'engagent dans ce protoplasme polynucléé d'origine fœtale;

ils y perdent bientôt leur endothélium et se continuent, dès lors, dans un système de lacunes sans paroi propre, extrêmement nombreuses.

L'allantoïde, par sa soudure à la séreuse de von Baer, vascularise les papilles primordiales en leur formant un axe conjonctif riche en vaisseaux sanguins. Mais à ce moment la couche profonde de l'épiblaste devient interrompue autour de cet axe conjonctif des villosités allantoïdiennes, et il en résulte que le sang maternel du placenta circulant dans de grands espaces lacunaires n'est, dans beaucoup d'endroits, séparé de la villosité conjonctivovasculaire que par une couche plus ou moins épaisse de protoplasme épiblastique multinucléé.

D'après nos observations, le placenta du Lapin serait une néoformation d'origine fœtale, formée par les villosités allantoïdiennes ramifiées dans un tissu, qui provient uniquement de l'épiblaste de l'embryon. Cette néoformation est soudée au derme de la muqueuse, dont les vaisseaux ont formé tout un système de lacunes sans paroi propre qui parcourent une masse protoplasmique multinucléée, non divisée en territoires cellulaires, et provenant d'un très grand accroissement en épaisseur de la couche superficielle de l'épiblaste. Dans le placenta, le sang maternel circule donc dans une masse épiblastique d'origine embryonnaire.

7° Dans le cours du développement du placenta, les cavités des cryptes tapissées par l'épithélium utérin très altéré peuvent se remplir de sang maternel. Celui-ci arrive dans les cryptes par l'intermédiaire de trouées sans paroi propre s'étendant à travers la masse épiblastique, de façon à établir des communications entre le système sanguin lacunaire du placenta et les cryptes épithéliales.

Par cette disposition s'explique donc la présence possible de sang maternel entre l'épiblaste et la surface de la muqueuse utérine.

La formation des ces trouées est importante, en ce sens que c'est peut-être en suivant un processus analogue que se constitue une partie du système lacunaire du placenta. Les diverses ramifications de ce système sont, en effet, trop nombreuses pour pouvoir provenir toutes des vaisseaux maternels modifiés.

—

Note sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie; par Éric Gérard, directeur de l'Institut électro-technique, annexé à l'Université de Liège.

Les méthodes d'enregistrement automatique sont utilisées de plus en plus dans la technique des sciences naturelles. L'enregistreur remplit l'office d'un observateur patient et fidèle, lorsqu'il s'agit d'étudier des phénomènes à allure lente. Il permet aussi de saisir au vol et de fixer des déplacements qui, par leur rapidité, échappent à l'analyse de nos sens.

L'enregistrement d'un mouvement rapide se fait le plus souvent au moyen d'un style, lié à la pièce mobile, et marquant une trace sur un cylindre rotatif, enduit de noir de fumée.

Lorsque le mouvement du cylindre n'est pas parfaitement régulier, et qu'on cherche la loi du déplacement en

fonction de sa durée, on enregistre le temps à l'aide d'un chronographe électrique, commandé par un diapason (1). Ce procédé a conduit à des résultats importants, mais il peut difficilement être appliqué, lorsqu'il s'agit de relever la trajectoire décrite par des pièces très légères, attendu que les frottements causés par la rugosité du cylindre, peuvent altérer les mouvements que l'on étudie.

Dans un cas semblable, on peut amplifier les déplacements par des procédés optiques, et fixer les images produites à l'aide de la photographie. A titre d'exemple, je citerai l'inscription des courants variables fournis par les dynamos à courants alternatifs, sujet qui a fait cette année l'objet de recherches suivies dans le laboratoire de l'Institut électro-technique Montefiore.

A cet effet, on s'est servi d'un galvanomètre extrêmement délicat, apériodique et possédant très peu d'inertie. Un faisceau de lumière voltaïque était envoyé sur un petit miroir concave, fixé à l'équipage mobile du galvanomètre, de manière à donner une image, réduite par une lentille, sur un cylindre enregistreur, recouvert au préalable d'une feuille de papier sensibilisé (Eastman ou Morgan). Le temps était inscrit simultanément sur le cylindre, grâce à l'envoi d'un second faisceau sur un miroir concave mobile, dont l'axe était lié à l'une des branches d'un électro-diapason. Ce procédé a bien réussi par suite de l'emploi de l'arc voltaïque, qui fournit des images extrêmement brillantes. Mais il nécessite un matériel encombrant et coûteux, et le

---

(1) Voir Marey. *La méthode graphique dans les sciences expérimentales.*

succès du double enregistrement ne s'obtient qu'après des tâtonnements assez longs.

Ce sont ces raisons qui m'ont conduit à imaginer un procédé notablement simplifié, et pouvant être réalisé avec les appareils que l'on rencontre dans les laboratoires les plus modestes.

La source lumineuse est fournie par une bobine de Ruhmkorff, de dimensions moyennes, dont l'étincelle secondaire jaillit entre un fil d'aluminium et une pointe de charbon, semblable à celui qu'on utilise dans les lampes à arc. Les deux électrodes sont fixées à moins d'un millimètre de distance. L'étincelle est projetée vers le miroir concave dont on veut étudier les oscillations, et réfléchie sur le papier sensibilisé, recouvrant soit un cylindre rotatif, soit plus simplement un châssis descendant entre des glissières.

La périodicité de l'étincelle, déterminée par l'élasticité du ressort interrupteur de la bobine, fournit tout naturellement la division du temps en intervalles égaux, sur la courbe enregistrée. Si la courbe doit être graduée suivant des intervalles de durée connue, on emploie comme interrupteur un électro-diapason de période déterminée. On forme alors un seul circuit comprenant la pile, le fil primaire et la bobine du diapason.

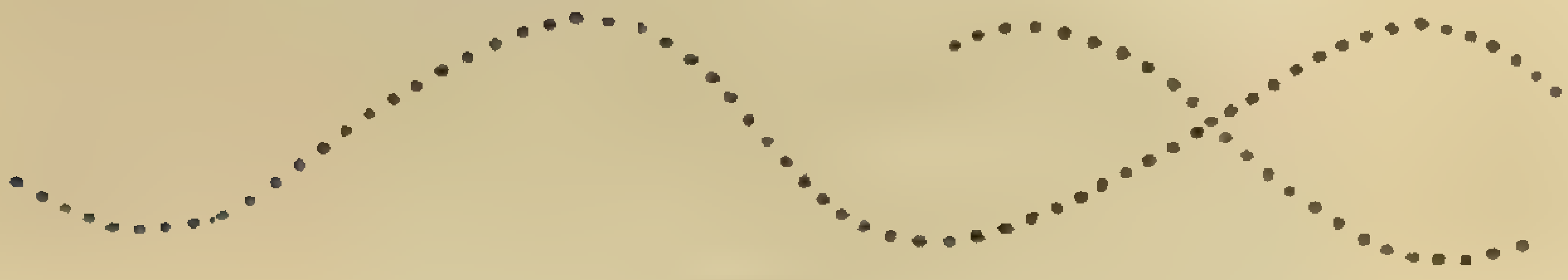
On obtient une étincelle courte, blanche et dont la position est invariable, en reliant les bornes secondaires de la bobine aux armatures d'une petite bouteille de Leyde. En outre, il est bon de réduire l'image de l'étincelle, en intercalant une lentille biconcave sur le parcours du rayon réfléchi.

La figure suivante représente une réduction de moitié d'épreuves négatives, obtenues en se servant de papier

Eastman développé à l'hydroquinone. Les courbes n^{os} 1, 2, 3, 4, données à titre d'illustration de la méthode, montrent la variation des courants induits produits par la rotation d'une bobine dans un champ non symétrique.

N° 1.

N° 2.



N° 3.

N° 4.

L'interruption du courant primaire de la bobine se faisait avec un électro-diapason, de telle manière que les intervalles entre les ordonnées des points marqués correspondent au centième de seconde.

— La Classe se constitue en comité secret pour s'occuper de la liste des candidats pour les places vacantes, arrêtée par les sections.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 6 octobre 1888.

M. Potvin, vice-directeur, occupe le fauteuil.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. P. De Decker, Ch. Faider, le baron Kervyn de Lettenhove, R. Chalon, F. Nève, Alph. Wauters, Alph. Le Roy, A. Wagener, P. Willems, Ch. Piot, J. Stecher, T.-J. Lamy, Aug. Scheler, P. Henrard, J. Gantrelle, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Vanderkindere, *membres;* Alph. Rivier, *associé;* Alex. Henne, A. Van Weddingen, le comte Goblet d'Alviella et Ad. Prins, *correspondants.*

M. Jos. Stallaert, membre de la Classe des beaux-arts, assiste à la séance.

M. Bormans écrit que les opérations des jurys d'examen de l'école des mines l'empêchent de venir diriger les travaux de la séance.

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend avec un vif sentiment de regret la perte qu'elle a faite en la personne de l'un de ses membres titulaires, M. Théodore Juste, décédé le 10 août dernier.

Une lettre de condoléance sera adressée à la famille du défunt, et le discours prononcé aux funérailles par M. Piot paraîtra dans le *Bulletin* de la séance.

M. Henrard écrira pour l'*Annuaire* la notice académique sur M. Théodore Juste.

— M. Wauters accepte de rédiger pour le même recueil la notice sur Jules Van Praet, dont M. Juste s'était chargé.

M. Faider fait savoir qu'il vient de terminer la notice sur François Tielemans. — Remerciements.

— M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics envoie :

1° Trois exemplaires du rapport du jury du concours de 1886 (littératures anciennes et modernes) pour le prix de 25,000 francs, institué par le Roi;

2° *Le compte rendu des travaux du congrès de la Fédération archéologique et historique de Bruges, 1887;*

3° *Conférences de la Société d'art et d'histoire du diocèse de Liège;*

4° *Bijvoegsel aan de Sevenste Bliscap van Maria,* Woordenlijst;

5° *De abdij van Tongerloo;* par Fr. Waltman Van Spilbeeck. — Remerciements.

— M. le marquis de Bute fait hommage à la Classe, par l'entremise des RR. PP. Bollandistes de Bruxelles, du livre qu'il vient de publier sous le titre : *Acta Sanctorum Hiberniæ ex codice Salmanticensi nunc primum integre edita opera Caroli De Smedt et Josephi De Backer e Soc. Jesu, hagiographorum Bollandianorum; auctore et sumptus largiente Joanne Patricio Marchione Bothæ*. Vol. in-4°. — Remerciements.

Il est également fait hommage des ouvrages suivants, au sujet dequels des remerciements sont adressés aux auteurs :

Homère a-t-il existé? Discours prononcé à la séance solennelle et publique de la Société d'archéologie de Bruxelles, le 14 juin 1888; par Alph. Wauters, président.

Atlas des villes de la Belgique au XVI[e] *siècle*. Cent plans du géographe Jacques de Deventer. Texte par Alphonse Wauters.

Divisione etnografia della popolazione di Palermo nel secoli XI, XII, XIII. Memoria di Vincenzo di Giovanni; présenté au nom de l'auteur par M. Le Roy.

— L'Académie nationale de Reims adresse le programme de ses concours pour les années 1889 et 1890.

— M. P. Willems écrit pour prier la Classe d'agréer sa démission de membre de la Commission pour la publication des anciens monuments de la littérature flamande. — Pris pour notification.

— M. Ch. de Harlez soumet à l'appréciation de ses confrères un mémoire portant pour titre : *Le Yih King*. Texte originaire, restitué, traduit et commenté. — Commissaires: MM. Le Roy, Lamy et Willems.

Discours prononcé aux funérailles de Théodore Juste, par Ch. Piot, membre de l'Académie.

Messieurs,

Un douloureux devoir m'est imposé en ce moment. Je suis ici l'interprète des regrets qu'éprouve l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.

La mort inopinée de notre confrère Théodore Juste nous a surpris autant qu'affligés; mais, si l'historien est mort avant l'heure, il a eu une existence bien remplie, une vie toute d'études et de travaux, de succès aussi.

Né à Bruxelles, le 11 janvier 1818, Théodore Juste fut nommé correspondant de la Classe des lettres, le 26 mai 1856, membre le 5 mai 1866. La savante Compagnie ne pouvait mieux reconnaître le talent du jeune historien. A l'âge de 20 ans il avait déjà publié une histoire populaire de nos provinces. Après plusieurs éditions, cette œuvre de jeunesse, refondue tout entière, considérablement augmentée, devint, en 1850, la grande histoire de Belgique, qui est aujourd'hui dans toutes les bibliothèques.

Si notre confrère n'a pas émis dans ses livres des vues nouvelles sur l'histoire du pays, s'il a suivi parfois les récits de ses devanciers, il a le grand avantage d'avoir exposé les faits dans un style clair, simple et lucide. L'impartialité était à ses yeux un devoir, une règle absolue, dont

il ne s'est jamais écarté. Repoussant de parti pris la couleur et le pittoresque des expressions, il a suivi dans ses narrations l'exemple de nos écrivains classiques les plus estimés. Il ne s'évertuait pas à imiter Schiller, ni Michelet, ni Augustin Thierry, ces inimitables. En un mot, il possédait par intuition l'art de narrer les événements d'une manière nette et précise, en les dégageant de la surabondance des détails. Éclectique avant tout, il n'entrecoupait pas ses récits de dissertations critiques et systématiques. Ces qualités ont fait ses succès. Notre regretté confrère est et restera longtemps encore l'historien populaire de la Belgique.

Dans ses œuvres sur la révolution néerlandaise au XVI^e^ siècle et sur la révolution belge de 1830, il a su rendre justice à qui de droit. Jamais il n'a subordonné les intérêts moraux de ces crises sociales aux résultats matériels. Ses jugements s'inspiraient du respect de nos grandes libertés sociales et religieuses, et il expliqua les événements de notre histoire par le jeu de nos libres institutions.

Toujours guidé par un patriotisme éclairé, il s'adonna, depuis 1870, à l'étude de l'histoire contemporaine. Je citerai à ce propos, comme une œuvre originale, les biographies des hommes qui ont reconstitué la Belgique sur des bases nouvelles. En correspondance avec les hommes d'État anglais et du continent, honoré de l'estime des principaux souverains, il puisa ses renseignements officiels aux chancelleries, et établit en connaissance de cause la situation de la Belgique vis-à-vis de l'Europe. Les ouvrages de Juste ont contribué, dans notre pays, au respect et à l'amour de nos institutions nouvelles et de la dynastie qui en est la gardienne la plus vigilante.

Constamment à l'œuvre, notre confrère a produit un nombre considérable de livres et d'écrits, dont plusieurs ont eu un légitime succès. C'est ainsi qu'il a obtenu, à deux reprises différentes, le prix quinquennal d'histoire nationale.

Cette vie si active, ce labeur sans relâche, ont fini par épuiser complètement une constitution très affaiblie depuis quelque temps. La mort l'a surpris subitement au milieu de ses travaux. Lutteur infatigable, il est mort sur la brèche.

Adieu, cher confrère, un dernier adieu sur cette terre. Puissiez-vous trouver là-haut l'équitable et définitive récompense des services que vous avez rendus à la science et à la patrie.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports de MM. Scheler, Le Roy et Stecher sur un projet de *Classification des patois wallons, d'après leur phonétique*, par M. Zanardelli, professeur du cours d'italien organisé par la ville de Bruxelles.

Ces rapports seront transmis à M. le Ministre de l'Intérieur, qui avait soumis le travail à l'appréciation de l'Académie.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Le Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes; ses origines et ses métamorphoses; par M. le comte Goblet d'Alviella, correspondant de l'Académie.

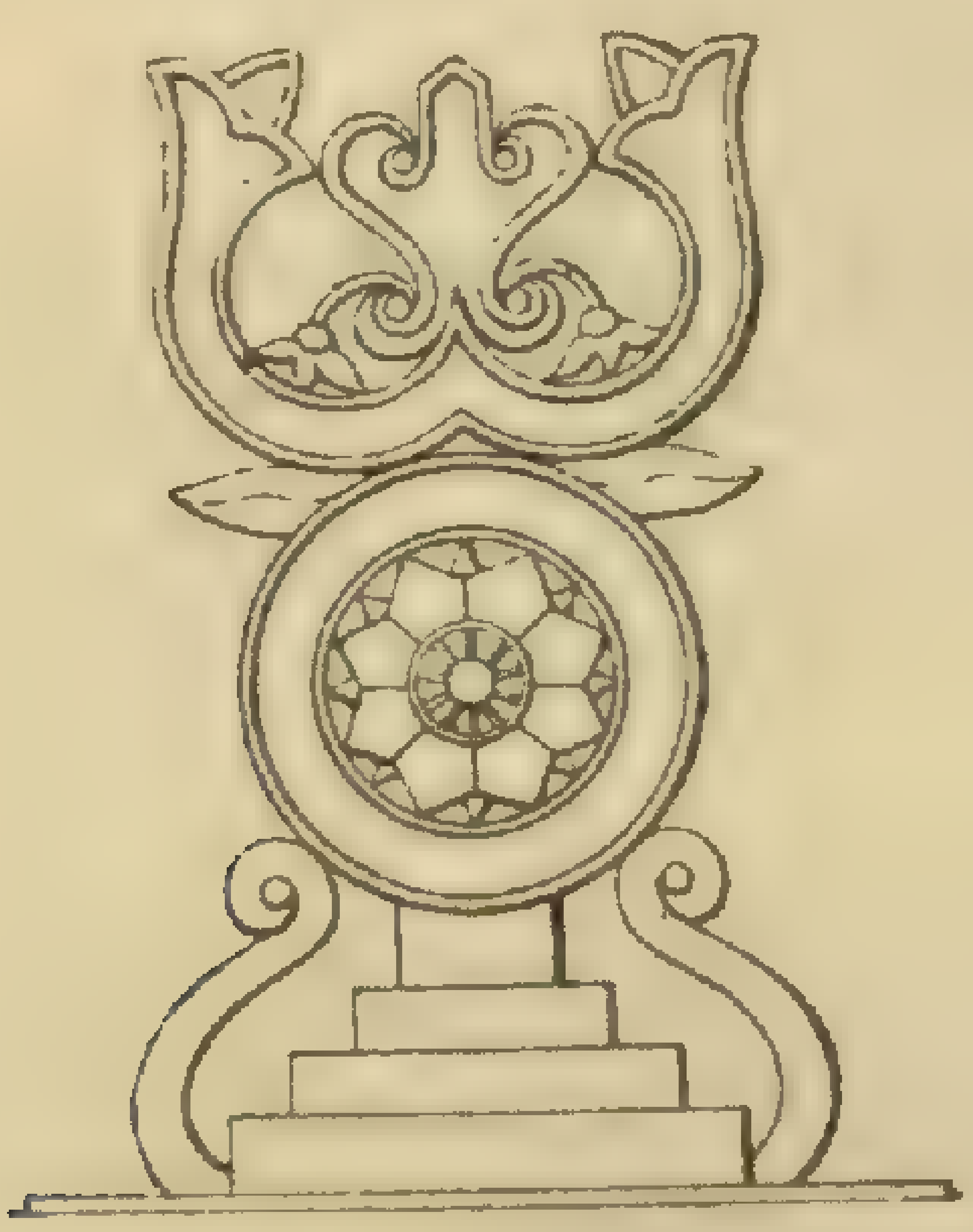


FIG. 1. Triçûla de Sanchi.
(*Musée des moulages,* à Bruxelles.)

I.

Lorsqu'on pénètre dans le pavillon, encore trop ignoré du public, qui abrite le Musée des échanges, récemment fondé à Bruxelles, l'attention est aussitôt attirée par une porte monumentale dont le style et les détails dénoncent une origine indienne. C'est la reproduction, en grandeur naturelle, de la porte qui donne accès, du côté du nord, au célèbre *tope* bouddhique de Sanchi, dans la principauté de Bhopal. Si, sans nous arrêter aux sculptures des piliers et des architraves, qu'un de nos principaux initiateurs aux merveilles architecturales de l'Inde, James Fergusson, a

longuement commentées dans son curieux ouvrage *Tree and Serpent Worship*, nous portons le regard vers le couronnement de ce véritable arc de triomphe, nous voyons s'y dresser, dans le prolongement des pilastres, un amortissement à la fois gracieux et bizarre dont on chercherait en vain l'équivalent parmi nos motifs d'ornementation. C'est la figure à laquelle la plupart des indianistes ont appliqué le nom de *triçûla* ou *triçoula* (1), bien que le mot rende exclusivement l'idée d'un trident et représente la partie au lieu du tout.

On a défini le triçûla assez exactement comme un *omicron* surmonté d'un *oméga*.

Toutefois il est rare de le rencontrer sous une forme aussi simple. L'arc supérieur de l'omicron ou plutôt du disque est presque toujours flanqué de deux petits cercles ou de deux traits horizontaux qui prennent souvent l'aspect de deux feuilles ou de deux ailerons (fig. 9, *e*, *f*, *g*). Les pointes de l'oméga se transforment en fleurons; le disque lui-même se pose sur une hampe ou un piédestal et de son arc inférieur descendent deux spires semblables à des queues de serpent, dont l'extrémité enroulée se dirige tantôt en haut (fig. 1), tantôt en bas (fig. 2 et 3).

Fig. 2. Triçûla d'Amaravati.
(*Journal* de la *Royal Asiatic Society*, t. XVIII (*nouv. sér.*), fig. 1.)

(1) Les Anglais écrivent généralement *trisul*.

Le triçûla semble parfois n'avoir qu'une valeur décorative. C'est ainsi que nous le voyons couronner des balustrades et des portiques, orner des gaines d'épée, former des pendants de collier et des boucles d'oreille (1). Mais, le plus souvent il remplit incontestablement une fonction de symbole et même de symbole religieux. Gravé sur de nombreuses monnaies, à côté d'emblèmes et d'images religieuses, il ouvre et ferme des inscriptions votives dans les cavernes de l'Inde occidentale. Les sculptures des bas-reliefs nous le montrent tour à tour sur la hampe des bannières, sur le dos d'un éléphant, sur un autel où il reçoit des hommages, enfin sur un pilier d'où sortent des flammes. A Bharhut il figure au-dessus du trône du Bouddha. A Amaravati, il est un des signes gravés sur la plante des pieds du Maître (2).

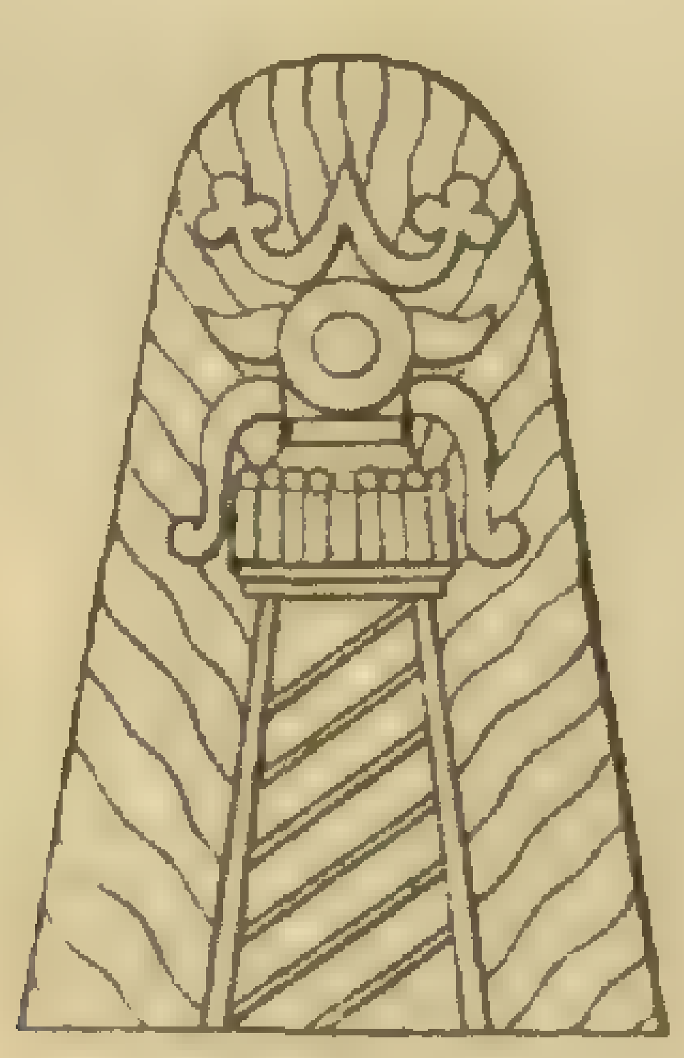


FIG. 3. Triçûla sur pilier flamboyant.
(FERGUSSON. *Tree and Serpent Worship*, pl. LXXI.)

Les plus anciennes représentations du triçûla se rencontrent, associées aux principaux symboles du bouddhisme, sur les monnaies d'un souverain indigène, contemporain

---

(1) A. CUNNINGHAM. *The Stupa of Bharhut.* Londres, 1879, pl. XLIX, fig. 10; pl. L, fig. 5 et 6.

(2) A. CUNNINGHAM. *Id.* et J. FERGUSSON. *Tree and serpent Worship*, 1 vol. avec atlas. Londres, 1868, *passim*.

d'Alexandre ou des premiers Séleucides, Krananda (1). Il s'en faut néanmoins que le triçûla ait été exclusivement utilisé par les bouddhistes. Dans les cavernes, il est parfois juxtaposé aux symboles du culte solaire et, sur les monnaies des princes indo-scythes, il est accolé non seulement aux images du dieu hindou Çiva, mais encore, ce qui d'abord ne laisse pas de surprendre, à celles de divinités grecques, telles que Zeus (2); il est possible, au reste, qu'il soit devenu une simple marque monétaire, ainsi qu'il arrive souvent aux symboles religieux employés dans le monnayage.

II.

On peut s'étonner au premier abord que les innombrables textes laissés par le bouddhisme ne nous renseignent pas d'une façon certaine sur la signification et sur l'origine du triçûla. Peu de symboles ont donné lieu, de nos jours, à des interprétations plus diverses.

Les uns y ont vu le monogramme du Bouddha (3), d'autres le symbole du *Dharma*, la loi qui résume la doc-

---

(1) M. Edward Thomas a soutenu que Krananda était identique au Xandramès de Diodore (*Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres, t. I, *nouv. sér.*, p. 477 : *On the identity of Xandramès and Krananda*). — De son côté, Wilson fait de Xandramès, Chandragoupta, l'ancêtre d'Açoka (Introduction à la traduction du Mûdrarâkshasa. *The Theatre of the Hindus*, II, 131-132).

(2) Percy Gardner. *Catalogue of the Indian Coins in the British Museum. Greek and Scythic Kings*. Londres, 1886, pp. 106 et 107.

(3) J. Fergusson. *Description of the Amaravati Tope*, dans le *Journal* de la *Société royale asiatique*. Londres (t. III de la nouvelle série, p. 162).

trine du bouddhisme (1) ; d'autres encore une représentation du Tri-Ratna, le triple Joyau, formé du Bouddha, de sa Loi et de son Église (2). Certains y ont découvert la juxtaposition du *Dharma chakra*, la « roue de la Loi » à la vieille lettre 𑀬, *y*, qui elle-même tiendrait lieu de la formule mystique *ye dharma* (3). Il y a même des savants qui croient y reconnaître la combinaison de cinq lettres symbolisant respectivement l'intelligence (*ma*) et les quatre éléments constitutifs de la matière : l'air (*ya*), le feu (*ra*), l'eau (*va*) et la terre (*la*) (4).

Eugène Burnouf pensait y trouver le Vardhamâna kaya « le Prospère », un des soixante-cinq signes qui, selon la tradition bouddhique, décorent l'empreinte du pied du Bouddha (5).

Enfin, suivant quelques auteurs, il faut en chercher les origines parmi les images moins abstraites des cultes naturalistes antérieurs au bouddhisme. — M. Kern, s'appuyant sur le sens même de *vardhamâna*, participe présent d'un verbe qui signifie « croître », en fait l'image de la « lune cornue » et voit dans la projection centrale du triçûla le nez dont nous-même nous affublons parfois la représentation du croissant lunaire ☽ (6). — M. Edward Thomas y cherche « une combinaison idéale du soleil et

---

(1) Edw. Thomas, dans le t. IV (nouv. sér.) de la *Numismatic Chronicle*, p. 282, note.

(2) A. Cunningham. *The Stupa of Bharhut*, p. 111.

(3) F. Pincott. *The Tri-Ratna*, dans le *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres, t. XIX (*nouv. sér.*), p 242.

(4) A. Cunningham. *The Topes of Central India*, dans le *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres (t. XIII, 1re sér.), p. 114.

(5) Eug. Burnouf. *Le Lotus de la bonne Loi*. Paris, 1852, p. 627.

(6) Kern. *Der Buddhismus*, trad. allemande de Jacobi, Leipzig, 1884, t. II, pp. 241-242.

de la lune »; l'altération de la forme primitive serait peut-être due à une modification dans les croyances ou au renversement des souverains dits lunaires par une dynastie solaire (1).

Enfin M. Beal y retrouve la superposition de la flamme à la fleur du lotus, M. Sénart du trident à la roue (2).

Parmi toutes ces opinions plus ou moins contradictoires, l'interprétation de M. Sénart n'est pas seulement la plus simple et la plus rationnelle; elle est, en outre, strictement confirmée par le témoignage des monuments. Il existe de nombreux triçûlas où la partie supérieure de la figure est isolée du disque, d'autres où elle prend nettement les formes angulaires ᴡ au lieu des formes arrondies de l'oméga ω; d'autres enfin, où elle devient un trident incontestable, comme parmi les sculptures de Bouddha Gayâ et de Bôrô-Boudour (3).

Fig. 4. Sculptures de Bouddha Gayâ.
(*Numismatic Chronicle*, t XX (nouv. sér.), pl. II, n° 37.)

(1) Edw. Thomas. *On the identity of Xandrames and Kranananda*, dans le *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres, t. I (*nouv. sér.*), pp. 483-484.

(2) S. Beal. *A Catena of Buddhist scriptures from the East.* Londres, 1871, p. 11. — E. Sénart. *Essai sur la légende du Bouddha*, dans le t. VI du *Journal asiatique*. Paris, 1875, p. 184.

(3) *Boro-Boedoer op het eiland Java*. Leyde, 1873, Atlas, pl. CCCXVI.

Le trident superposé au disque se rencontre également sur les monnaies du prince anonyme connu par son titre de *Basileus Sôter Megas* et sur celles de plusieurs souverains indigènes (1).

Le seul point sur lequel je me permettrai quelques réserves, c'est quand M. Sénart présente le trident comme le trait original, et, pour ainsi dire, le noyau primitif du triçûla ; — ce qui en ferait, du moins à l'origine, un symbole essentiellement çivaïte, destiné à figurer le feu de l'éclair. Pour ma part, je serais plus enclin à chercher ce noyau dans le disque, et, par suite, à rattacher le triçûla aux symboles solaires.

Le culte du soleil a été, dès les temps les plus reculés, fort répandu dans l'Inde, et, de même que presque partout ailleurs, le soleil y fut d'abord représenté par un disque, comme on peut le voir par les sculptures des plus anciennes cavernes et par les marques des lingots d'échange antérieurs à l'introduction des monnaies proprement dites (2). Plus tard le disque est devenu une roue, et les bouddhistes, qui ont appliqué à leurs croyances tant d'images et de symboles solaires, en firent la *Roue de la Loi* « faite de mille rais, lançant mille rayons ».

Le caractère secondaire de l'oméga (ou du trident) dans le triçûla résulte clairement de certaines figures relevées par M. E. Thomas dans son précieux travail sur les symboles solaires de l'Inde. Ce sont des cercles dessinés

---

(1) Percy Gardner. *Op. cit.*, pl. XXIV, fig. 1-6. Voyez aussi Sénart, *Journal asiatique*. Paris, 1875, t. VI, p. 185.

(2) Edward Thomas. *The earliest Indian Coinage*, dans le t. IV (*nouv. sér.*) de la *Numismatic Chronicle*, p. 271. Voyez aussi son article dans le t. XX de la même série, *The Indian Swastika*.

entre quatre omégas. Un de ces cercles nous montre quatre flèches rayonnant entre les omégas.

FIG. 5. Ancienne monnaie.

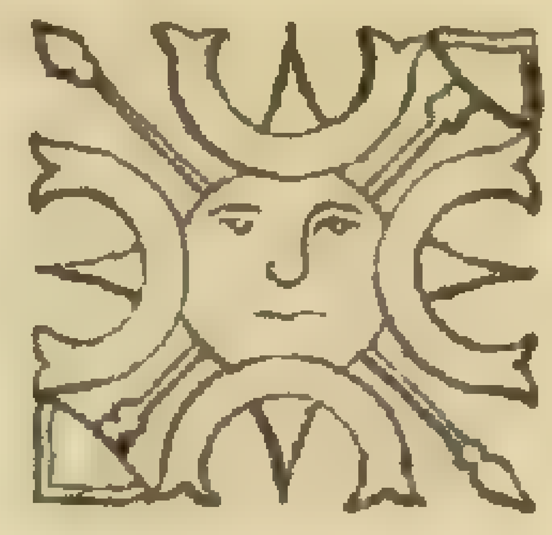


FIG. 6. Grotte de Baja.

(*Numismatic Chronicle*, t. XX (*nouv. sér.*), pl. II, fig. 39 et 40.)

Ces figures font bien comprendre le rôle du trident dans le triçûla. Sans doute, entre les mains de Çiva — comme auparavant entre les mains de Neptune, et, plus anciennement encore, entre celles du dieu assyrien de l'atmosphère et de l'orage (1), — le trident doit symboliser le feu de l'éclair. Mais ne pouvons-nous pas nous demander si, considéré en lui-même, il ne devrait pas être pris, dans un sens plus large, comme une image de la flamme à triple dard et, par conséquent, lorsqu'il est accolé au disque, comme un emblème du feu ou du rayonnement solaire.

Parmi les sculptures de Bôrô-Boudour dans l'île de Java, le trident, qui dans certaines scènes religieuses se montre au-dessus du disque ou de la rosace, est remplacé, sur d'autres bas-reliefs, par une flamme à trois pointes (2). Eug. Burnouf avait déjà remarqué que, dans les représentations coloriées des Bouddhas népâlais, la coiffure du Maître offre une boule terminée en haut par une sorte de

---

(1) RAWLINSON. *The five great Monarchies of the East*, t. II, p. 251.

(2) *Boro-Boedoer op het eiland Java*. Leyde, 1873, Atlas, pl. CCLXXX, fig. 100.

flamme et que, sur bon nombre de statues singhalaises, cette flamme prend la forme « d'une sorte de lyre ou de trident » (1). Enfin, chez les bouddhistes du nord, au dire de M. Beal, le triçûla personnifierait le ciel de la flamme pure superposé au ciel du soleil (2).

III.

Une fois admis que le triçûla a pour facteurs originaires le disque et le trident, me sera-t-il permis d'insister sur le véritable air de parenté qui se montre entre les formes les plus développées de ce symbole et certains types du disque ailé observés en Asie mineure, en Mésopotamie et en Perse?

Des deux côtés, le centre de la figure est un disque, passant quelquefois à la roue ou à la fleur de lotus. La partie supérieure du triçûla, que nous avons appelée l'*oméga*, ne rappelle-t-elle pas les cornes de l'emblème mésopotamien, si on veut bien tenir compte, soit du renflement parfois laissé entre ces dernières par l'arc supérieur du disque,

FIG. 7. Cylindre de chalcédoine.
(LAJARD. *Culte de Mithra*, pl. LII, fig. 2.)

(1) E. BURNOUF. *Le Lotus de la bonne Loi*, p. 539.

(2) S. BEAL. *A catena of Buddhist Scriptures from the Chinese*, p. 11.

soit de la saillie produite par la touffe de plumes qui couronne le disque de certains globes ailés?

Fig. 8. Monnaie des satrapes de Tarse.
(Lajard. *Culte de Mithra*, pl. LXIV.)

Le fût, souvent conique, sur lequel reposent certains triçûlas, prend la place de la queue en éventail, et les spires dessinées aux deux côtés de ce support correspondent aux traits, terminés en boucle, qui s'abaissent à droite et à gauche de la queue dans les disques ornithomorphes de l'Asie antérieure.

Pour trouver l'explication de cette ressemblance, je hasarderai l'hypothèse que ces formes du triçûla ont dû subir, dans leur développement, l'influence plastique du vieux symbole égyptien, le globe ailé, émigré chez les Hindous à travers l'Assyrie et la Perse.

Le temps n'est plus, où, éblouis par la soudaine révélation de la littérature védique, fascinés, en outre, par les perspectives que semblait nous ouvrir sur les origines mêmes de la civilisation la constatation récente de notre parenté avec les races aryennes de l'Asie, nous nous tournions vers l'Inde pour y chercher la source universelle des symboles et des dogmes, des mythes et des dieux. Depuis que nous entrevoyons l'antiquité prodigieuse des civilisations qui se trouvaient en plein épanouissement sur les bords de l'Euphrate et du Nil, à l'époque où les ancêtres des Aryas erraient encore sur les plateaux de l'Asie centrale, nous sommes bien plus tentés de placer en Mésopotamie, voire en Égypte, les premiers foyers artistiques

qui ont rayonné sur le monde ancien, de la Méditerranée à la mer des Indes.

D'autre part, l'Inde n'a pas vécu jusqu'à la conquête mahométane dans l'état d'isolement où les historiens se sont longtemps complu à la reléguer. Sir George Birdwood va peut-être un peu loin quand il affirme, d'une façon générale, que presque tous les symboles de l'Inde sont de provenance mésopotamienne (1). Mais il n'en est pas moins avéré aujourd'hui que les produits de l'art et de la symbolique occidentale ont dû déboucher dans la vallée de l'Indus avant l'apparition des plus anciens monuments figurés où l'Inde nous a laissé la trace de ses croyances.

Sans parler des relations encore hypothétiques que les riverains de l'Indus auraient entretenues avec ceux de l'Euphrate et du Nil, sans insister davantage sur les comptoirs que les Phéniciens auraient fondés dans l'Inde méridionale, je rappellerai que, dès la fin du VI[e] siècle avant notre ère, Darius I avait annexé la vallée de l'Indus et la province actuelle du Penjâb (3). Des autorités aussi compétentes que James Fergusson et le général Cunningham ont établi que l'Inde a emprunté aux Perses son premier style d'architecture (4), et l'on a trouvé, à plusieurs reprises,

---

(1) *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres, 1886, vol. XVIII (*nouv. sér.*), p. 407.

(2) G. Rawlinson. *The five great Monarchies of the East*. Londres, 1862, t. I, p. 101. — A. H. Sayce. *Religion of the ancient Babylonians*. Londres, 1887, pp. 137-138.

(3) G. Maspero. *Histoire ancienne des peuples de l'Orient*. Paris, 1886, p. 618.

(4) J. Fergusson. *Tree and Serpent Worship*, p. 94. — A. Cunningham. *Archeological Survey of India*, t. V. Append. A.

dans le nord-est de la péninsule, des produits de l'art perse remontant à Darius et à ses successeurs — notamment des cylindres et des monnaies qui portent le disque ailé (1). — Dans une de ces trouvailles s'est rencontrée une des monnaies de Tarse qui renferment un disque ailé si voisin du triçûla.

On paraît aujourd'hui d'accord pour admettre les origines sémitiques des alphabets indiens (2). Pourquoi les symboles religieux n'auraient-ils pu prendre les mêmes voies que les symboles du langage et les créations de l'art?

Dans les siècles qui suivirent l'expédition d'Alexandre, c'est l'art grec ou plutôt gréco-asiatique qui influence le développement de l'architecture et de la sculpture indiennes. La numismatique nous montre d'abord des souverains, d'origine grecque, hellénisant la Bactriane, le pays de Caboul et la vallée de l'Indus, jusqu'au bassin du Gange; ensuite des princes scythes et parthes maintenant, jusqu'au IIe siècle de notre ère, la langue et les traditions de cette civilisation importée de l'ouest. Pendant plus de deux siècles, le panthéon grec est le seul qui fournira des images aux monnaies de l'Inde occidentale. Tout au plus des emblèmes bouddhiques s'y montrent-ils çà et là : l'arbre Bô et le Stoupa sous Agathoclès, la roue sous Ménandre. A partir de Gondopharès, la représentation de Civa alterne avec celle de Poséidôn; encore le type des

---

(1) *Relics of ancient Persia,* dans les *Proceedings* de la Société asiatique du Bengale. Calcutta, 1881, 1re partie, p. 151; 1883, 1re partie, pp. 64 et 261.

(2) Voir pour cette question le résumé de M. Cust dans le *Journal* de la *Royal Asiatic Society.* Londres, 1884, t. XVI (*nouv. sér.*), p. 325; aussi un article de M. Halévy dans le *Journal asiatique.* Paris, 1885, t. II.

deux divinités reste-t-il tellement analogue qu'on est embarrassé de décider sur certaines pièces si c'est le dieu grec ou le dieu hindou (1).

Mais en même temps il se produit dans l'Inde une véritable invasion de divinités iraniennes. M. Percy Gardner et M. James Darmesteter sont arrivés simultanément, le premier par l'examen des médailles du *British Museum*, le second par l'étude des traditions perses dans l'épopée hindoue, à la conclusion assez inattendue que l'Inde occidentale, après avoir été grécisée sous les indo-bactriens, avait été largement iranisée sous les Indo-Scythes (2). Sur les monnaies de ces derniers, non seulement Zeus, Pallas, Hèlios, Sélènè, Poséidôn, Hèraclès, Sérapis alternent avec Mithra, Mao et Atar, comme avec Çiva, Lakshmî et même le Bouddha, mais encore les formes classiques du foudre, du caducée et de la corne d'abondance se montrent à côté du triçûla et de la roue bouddhiques, aussi bien que du trident et du taureau çivaïtes.

L'Inde a toujours été la terre promise du syncrétisme religieux, mais, à aucune époque de son histoire, elle ne s'est ouverte à tant de cultes divers, même sous Akbar, ce grand Mogol qui devait entreprendre de fondre dans une même religion les croyances des mahométans, des hindous, des guèbres, des juifs et des chrétiens.

Comment les symboles auraient-ils échappé à un mouvement qui entraînait même les dieux? En tout cas le bouddhisme aurait été infidèle à l'esprit de toute sa symbolique, si, familiarisé avec les symboles par lesquels les

---

(1) Percy Gardner. *Indian Coins. Greek and Scythic Kings*, page LVIII.

(2) Percy Gardner. *Id.*, § IV. — J. Darmesteter, dans le *Journal asiatique*. Paris, juillet-août 1887.

religions voisines figuraient leur grande divinité solaire ou même leur dieu suprême, il n'avait cherché à se les approprier, soit en les adoptant tout d'une pièce avec une signification nouvelle, soit plutôt en les assimilant, par de légères modifications linéaires, à l'un ou à l'autre de ses symboles favoris.

C'est, comme nous l'avons vu, parmi les sculptures d'Amaravati que le triçûla revêt la forme la plus voisine du disque ornithomorphe. Or, nulle part on n'a constaté d'une façon plus sensible l'influence générale de l'art gréco-asiatique sur l'architecture et la sculpture indigènes. Déjà en l'an 645 de notre ère, le pèlerin chinois Hiouen Thsang comparait le sanctuaire d'Amaravati aux palais des Tahia, c'est-à-dire des habitants de la Bactriane (1). La même constatation a été faite de nos jours par James Fergusson : « Il y a, écrit-il, tellement de grec ou plutôt de bactrien dans les détails architecturaux d'Amaravati, que ce monument doit appartenir à une époque plus rapprochée de l'ère chrétienne que le caractère des inscriptions ne le ferait supposer. » Et l'éminent archéologue ajoutait que l'étude de ces sculptures lui semblait destinée à élucider notablement l'intéressante question des rapports, voire des échanges d'idées entre l'Orient et l'Occident (2).

Dans une intéressante étude, lue en 1886 à la *Royal Asiatic Society* de Londres, M. Robert Sewell a peut-être

---

(1) Pour l'identification des Tahia aux Bactriens, voir PERCY GARDNER. *Op. cit.*, p. XXXI.

(2) *Description of the Amaravati Tope*, dans le t. III (*nouv. sér.*) du *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres. — Les portes de Sanchi paraissent dater des premières années de notre ère, bien que le tope lui-même soit antérieur de plusieurs siècles (ROUSSELET, *L'Inde des Rajahs*, p. 513).

le premier cherché à l'occident de l'Inde, et jusqu'en Égypte, le berceau du triçûla (1). Celui-ci aurait pour prototype le scarabée volant. Nous devons reconnaître que le rapprochement n'a rien de forcé, surtout si l'on fait intervenir entre les deux figures, à l'instar de M. Sewell, le type du scarabée aux ailes relevées et aux jambes torses qui surmonte certaines colonnettes assyriennes.

FIG. 9.
(*Journal* de la *Royal Asiatic Society*, t. XVIII (*nouv. sér.*), fig. 13.)

Mais, en Égypte même, le scarabée volant a emprunté, comme le constate M. Perrot, le galbe des globes ailés (2), ce qui explique suffisamment, dans notre hypothèse, sa ressemblance avec le triçûla. Il faut remarquer, en outre,

---

(1) *Early buddhist Symbolism*, dans le t. XVIII (*nouv. sér.*) du *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres.

(2) Voir PERROT et CHIPIEZ, *Histoire de l'Art dans l'antiquité*, t. I, p. 811. — M. Gaidoz pense que le globe ailé pourrait bien avoir eu pour prototype l'image du scarabée (*Le dieu gaulois du soleil et le symbolisme de la roue*. Paris, 1886, p. 53). — Il me semble que les deux symboles s'expliquent mieux par l'hypothèse d'une origine indépendante et d'un rapprochement ultérieur. En tout cas, l'idée de représenter le soleil par un disque ou un globe est à la fois plus générale et plus naturelle que celle de le figurer par un scarabée.

que plusieurs de ces scarabées assyriens tiennent entre les pattes de devant le disque orné des urœus (1).

Observons, en passant, que, chez les Égyptiens, le trident se trouve déjà associé au globe ailé, tout au moins dans les textes. L'inscription d'Edfou qui nous rapporte la transformation d'Horus en globe ailé pour combattre les armées de Set, lui attribue pour arme une lance à trois pointes (2).

IV.

Le disque ailé n'est pas le seul symbole qui ait influé du dehors sur la genèse ou au moins sur le développement du triçûla. L'examen des monnaies bactriennes, photographiées par M. Percy Gardner, m'a convaincu qu'il y avait également un passage incontestable du caducée au triçûla. Peut-être même est-ce pour se rapprocher du caducée que le trident primitif du symbole indien a pris les formes arrondies de l'*oméga* et qu'il s'est directement juxtaposé au disque.

Le caducée classique aux serpents symétriquement enlacés figure encore aujourd'hui dans la symbolique de l'hindouisme (3). M. J. Fergusson semble croire qu'il y a là une image empruntée directement à la nature (4). Mais il

(1) Perrot et Chipiez, t. II, fig. 399.

(2) H. Brugsch. *Die Sage von der geflügelten Sonnenscheibe*, dans les *Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, t. XIV (1868-1869), p. 201.

(3) *The Snake Symbol in India*, by J. H. Rivett Carnac, dans les *Proceedings* de la Société asiatique du Bengale, 1879, part. I, pl. VI, fig. 4, et *Huit jours aux Indes*, par M. Guimet, dans le *Tour du monde* de 1885, 1er sem., p. 244.

(4) *Tree and Serpent Worship*. Appendice.

est plus probable que, dans l'Inde même, ce symbole est d'importation grecque. On le trouve, en effet, dès le siècle d'Alexandre, sur les monnaies de Sophytès, prince indien qui imita les monnaies des Séleucides, et il ne cesse de se reproduire sur les pièces indo-scythes. Mais on l'y rencontre aussi sous une forme plus simple, qui semble se rattacher, comme le type primitif du caducée grec, au caducée phénicien, formé d'un disque que surmonte un croissant. Le caducée indien est tantôt placé au bout d'une hampe, tantôt isolé, comme notre signe astronomique du Taureau, ♉.

La transition de ce caducée au triçûla est nettement marquée dans le tableau suivant, dont j'ai emprunté les éléments à la numismatique et aux monuments figurés de l'Inde.

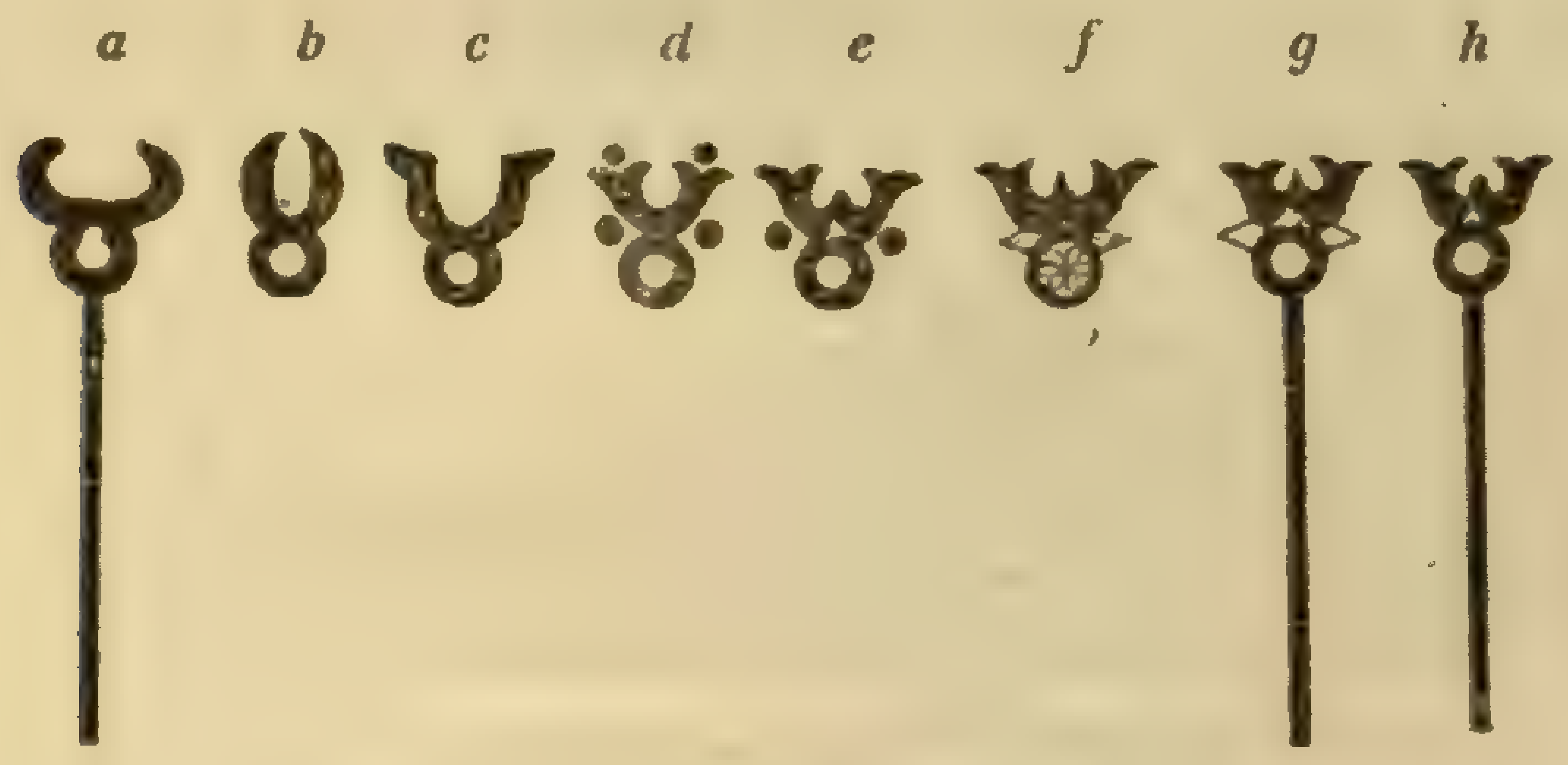


Fig. 10. Caducées et triçûlas (1).

(1) *a* Monnaie de Sophytès (Percy Gardner, pl. I, fig. 3).

b Ancien lingot d'échange (*Numismatic Chronicle,* t. IV, *nouv. sér.,* pl. XI, fig. 28).

c Ancienne monnaie (*Numismatic Chronicle,* t. IV, *nouv. sér.,* pl. XI, fig. 16).

d Monnaie d'Azès (Percy Gardner, pl. XX, fig. 2).

J'appellerai notamment l'attention sur les figures *d* et *e*. Leur ressemblance est telle que des auteurs assimilent généralement la première à un triçûla, quand ils la rencontrent sur les monnaies de certains princes indo-scythes. Cependant il est incontestable qu'elle se rattache directement au caducée. Du reste, M. Fergusson lui-même a écrit à propos du triçûla : « Il ressemble curieusement au signe de la planète Mercure ou au caducée du dieu qui porte ce nom (1). »

Ce sont également des représentations de serpents entrelacés, fort voisines du caducée, qui nous fournissent le premier type des appendices inférieurs, en forme de spires, observés dans les triçûlas de Sanchi et d'Amaravati.

a *b* *c*

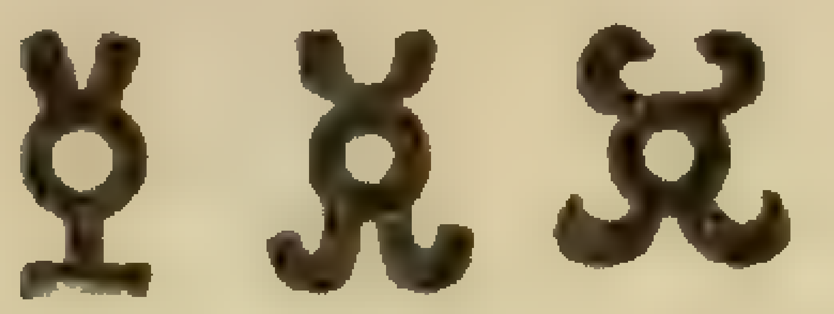


FIG. 11. Variétés de caducées indiens (2).

---

e Monnaie de Krananda (*Journal* de la *Royal Asiatic Society*, t. I, *nouv. sér.*, p. 475).

f Sur un autel sculpté à Sanchi (FERGUSSON. *Tree and Serpent Worship*. Atlas, pl. XXV, fig. 3).

g Sur une hampe d'étendard à Sanchi (CUNNINGHAM. *The Bhilsa Topes*, t. II, pl. XXXII, fig. 8).

h Sur une hampe d'étendard à Sanchi (FERGUSSON. *Tree and serpent Worship*, pl. XXXVIII, fig. 1).

(1) *Tree and Serpent Worship*, p. 116.

(2) *a* PERCY GARDNER. *Op. cit.*, pl. XXII, fig. 9.

b SÉNART. *Journal asiatique*, 1875, t. VI, p. 137.

c RIVETT-CARNAC. *Coins of the Sunga or Mitra dynasty*, dans les *Proceedings* de la Société asiatique du Bengale, 1880, t. XLIX, pl. IX, fig. 19.

Il existe bien d'autres symboles encore dont les formes se sont littéralement combinées avec celles du triçûla.

Dans de nombreux monuments le disque du triçûla se transforme, comme sur la porte de Sanchi, en une rosace imitant la fleur épanouie du lotus. Le même monument nous montre encore des lotus au bout de deux tiges qui partent de la naissance du fleuron central; enfin, les deux pointes extrêmes de l'oméga assument une forme qui rappelle le calice d'une fleur. Il serait superflu d'insister ici sur le caractère solaire du lotus dans la symbolique du brahmanisme. Les bouddhistes l'adoptèrent pour symboliser, suivant les tendances de leurs différentes écoles, la Nature impersonnelle, l'Essence universelle des êtres et des choses, la génération spontanée, les innombrables mondes qui emplissent l'espace, et le Bouddha qui réside dans chacun d'eux (1). — La métamorphose du disque en lotus dans le triçûla est donc l'équivalent figuré, la traduction plastique de la transformation qui, dans les textes, substitua le *Padma mani*, ou Joyau du Lotus, au *Sûra mani*, ou Joyau du Soleil; — d'où la formule mystique bien connue : *Om! mani padme*, « Oh! le Joyau dans le Lotus! » qui, aujourd'hui encore, accueille le voyageur comme une parole de sanctification et de bienvenue, jusque dans les vallées les plus écartées de l'Himalaya (2).

---

(1) S. Beal. *A Catena of Buddhist Scriptures*, p. 11.

(2) Il faut toutefois remarquer que le disque se trouve déjà intimement associé à la fleur de lotus, dans la symbolique de l'Asie mineure. (Voir *l'Histoire de l'Art dans l'antiquité* de MM. Perrot et Chipiez, t. III, fig. 509).

Ailleurs le triçûla paraît reproduire l'emblème çivaïte du lingam entre deux serpents dressés. Cette figure qui, superposée au disque, a peut-être une portée doublement phallique, semble assurément fort étrangère à la doctrine primitive du bouddhisme. Cependant, ici encore, les bouddhistes se sont montrés passés maîtres dans l'art d'accommoder les symboles des autres religions. M. G. Lebon, dans son *Voyage au Népaul*, donne un exemple caractéristique des interprétations fantaisistes à l'aide desquelles le bouddhisme opère ou justifie ces adaptations : « Le lingam, écrit-il, est également adopté par les bouddhistes du Népaul, comme emblème du lotus dans lequel Adi-Bouddha s'est manifesté sous forme de flamme au commencement de l'univers (1). »

Il convient de noter que, dans l'opinion de certains auteurs, tels que feu Ch. Lenormant et notre savant confrère, M. le baron de Witte, le caducée a parfois symbolisé chez les Grecs la confusion des sexes dans un même personnage, l'hermaphrodisme en un mot (2), et nous trouvons dans l'importante publication de ces deux archéologues sur l'*Élite des monuments céramographiques de la Grèce*, une forme de caducée, où une projection verticale, analogue à la représentation du

---

(1) Dans le *Tour du Monde* de 1886 (t. LI, p. 266). — A Bòrô-Boudour le lingam çivaïte est devenu une représentation du *dâgoba*, ou édicule à reliques (C. Leemans. *Boro-Boedoer*, p. 452).

(2) *Élite des monuments céramographiques de la Grèce*. Paris, 1868, t. III, p. 197.

phallus, se dresse au centre du croissant, ici un peu séparé du disque.

FIG. 12. Caducée sur une amphore antique (1).
(D'après l'*Élite des monuments céramographiques*, t. III, pl. XCI.)

Sur les monnaies de la dynastie des Çungas, le lingam placé entre les serpents devient la coiffure du Bouddha; le disque figure la tête du Maître, et les appendices latéraux du triçûla sont représentés par deux projections qui s'allongent horizontalement à droite et à gauche de cette tête (2).

Nous voyons ainsi le triçûla passer à une figure anthropoïde. Une métamorphose du même genre, plus accentuée encore, se constate dans les célèbres idoles de Pûri, que le général Cunningham a depuis longtemps signalées comme trois anciens triçûlas (3).

Ces triçûlas étaient sans doute un grand objet de vénération populaire, à l'époque où Pûri formait un sanctuaire bouddhiste. Quand le brahmanisme s'y installa à son tour, il se borna à les transformer, moyennant quelques légères

---

(1) *Cf.* la forme du triçûla sur le pilier du soleil à Bouddha Gayâ (notre figure 4).

(2) A. RIVETT-CARNAC. *Coins of the Sunga or Mitra dynasty*, dans les *Proceedings* de la Société asiatique du Bengale, vol. XLIX, 1re part., pl. VII et VIII.

(3) *The Topes of Central India*, dans le *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres (t. III de la 1re série). — M. Cunningham ajoute que les almanachs indigènes emploient également ces grossières figures pour figurer Vishnou dans son avatar de Bouddha.

altérations, en image de Vishnou ou plutôt de Jagannath, de son frère et de sa sœur (*Cf.* fig. 1). — En s'appropriant ainsi le vieux symbole solaire, encore reconnaissable sous ses défigurations successives, Vishnou ne fit, du reste, que reprendre son bien, puisqu'il est, dans l'hindouisme, la divinité solaire par excellence.

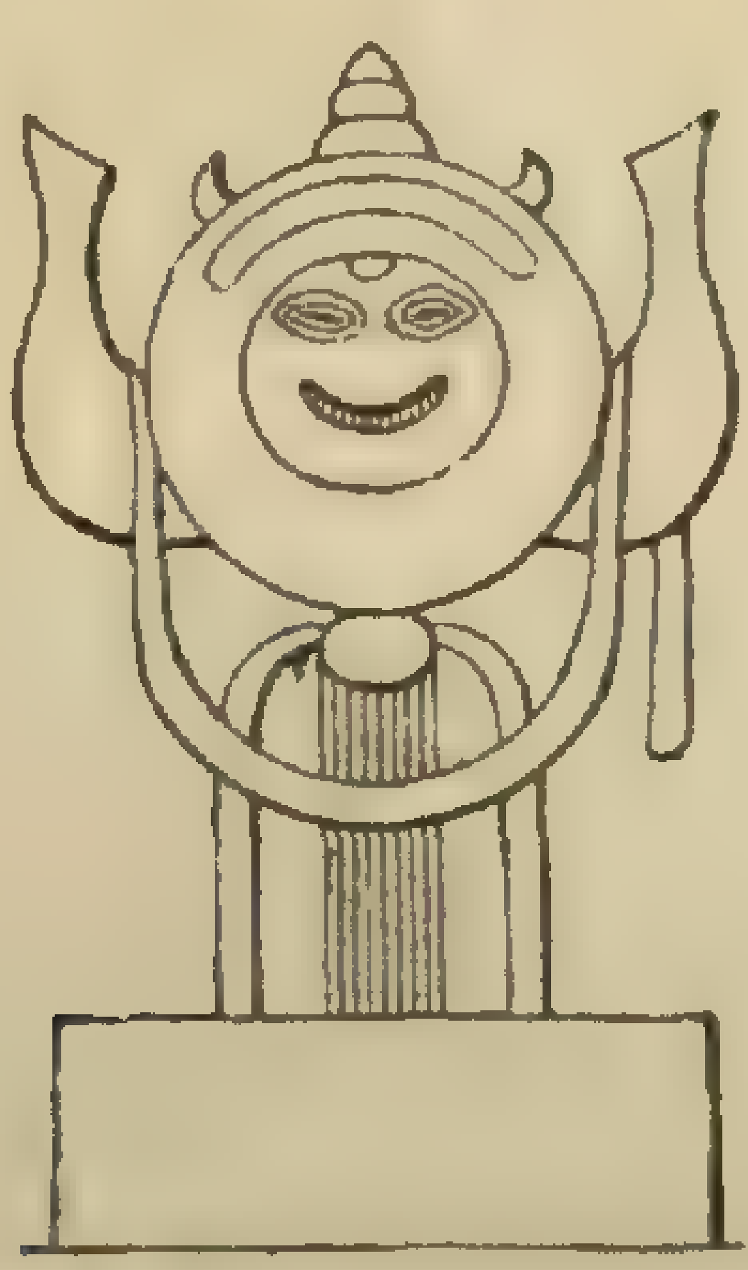


FIG. 13. Idole de Jagannath.
(ROUSSELET. *L'Inde des Rajahs*, p. 517.)

Enfin le triçûla, dont la plasticité n'a d'égale que la puissance d'absorption, prête ou emprunte parfois des formes au règne végétal avec la même désinvolture qu'à la physionomie humaine. M. Rousselet signale la ressemblance du symbole mystique des bouddhistes avec le *Kalpavriksh*, ou arbre de la science, que les Jainas ont figuré par une tige à trois branches sur la mitre des *tîrthamkars* sculptés dans les cavernes de Gwalior (1). Une combinaison analogue s'observe sur des monnaies de la dynastie des Çungas, où la partie supérieure du triçûla, formant la coiffure du Bouddha, se métamorphose en une véritable couronne de branchages (2). Sur d'autres monuments, la tige qui

(1) ROUSSELET. *L'Inde des Rajahs*, p. 370.
(2) RIVETT-CARNAC. *Loc. cit.*

supporte le triçûla devient un tronc d'arbre avec des rameaux chargés de feuilles conventionnelles, et reliés par des colliers de bijoux (1).

Nulle part cette végétalisation du triçûla, ou, à proprement parler, du trident qui le couronne, n'est plus sensible que parmi les sculptures de Bôrô-Boudour, où il passe littéralement à l'arbre Bô par une suite de transformations graduelles. « On a pu emprunter quelquefois, écrit M. Ch. Leemans dans son savant commentaire de l'*Atlas*, publié sous les auspices du Gouvernement hollandais, la forme des dents du triçûla à celle d'une flamme, ou bien au calice d'une fleur, ou encore à un arbre symbolique » (2). Peut-être pourrait-on retrouver à Bôrô-Boudour d'autres métamorphoses encore du triçûla, notamment son passage à une ébauche de figure humaine. Je me bornerai à y signaler un détail qui ne manque pas d'intérêt : le même disque qui, transformé en un ornement des plus compliqués, se couronne parfois d'un trident, se rencontre aussi placé entre deux serpents, — ce qui nous ramène à l'origine du disque ailé : le globe aux uræus de l'Égypte.

FIG. 14. Bas-relief de Bôrô-Boudour (3).
(*Boro-Boedoer*, Atlas, pl. CCCXVI et CCLXX.)

(1) F. PINCOTT. *The Tri-Ratna*, vol. XIX (*nouv. sér.*) du *Journal* de la *Royal Asiatic Society*. Londres, p. 243.

(2) *Boro-Boedoer*, p. 455 du commentaire.

(3) Voir aussi, même Atlas, pl. CCXXXVI, 11; CCLXXXVIII, 114, etc.

Bien plus, cet ornement, dont il n'est pas difficile de marquer le passage à certaines formes du trisul indien, surmonte généralement l'entrée des pagodes représentées dans les bas-reliefs, — absolument comme le globe ailé orne le linteau des temples en Égypte et en Phénicie.

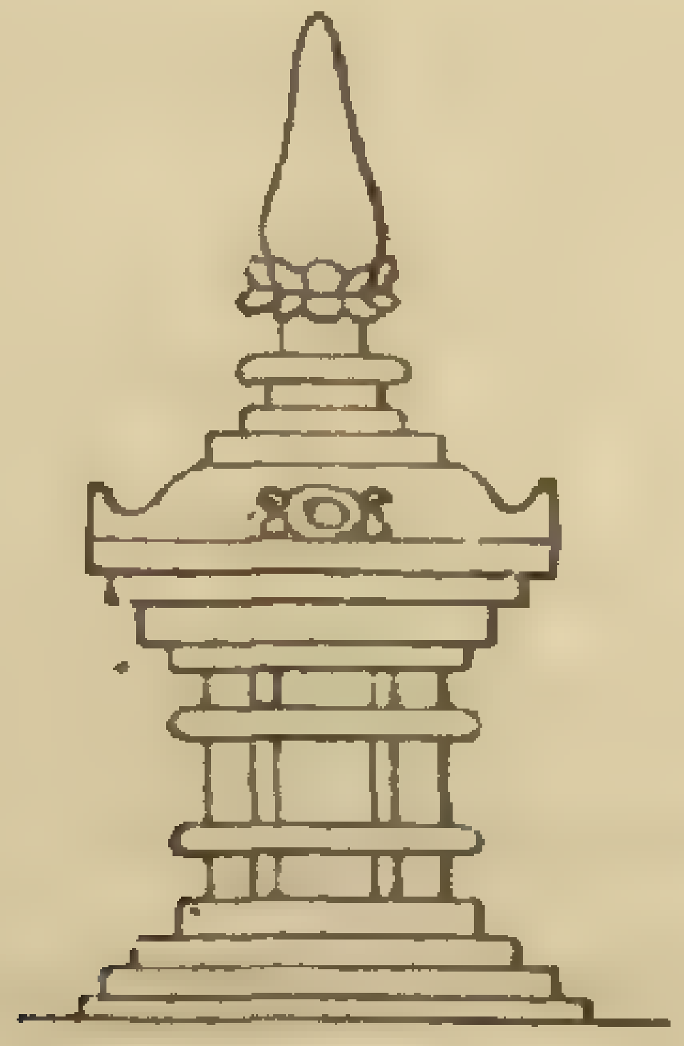


FIG. 15. Bas-reliefs de Bôrô-Bodour.
(*Boro-Boedoer*, Atlas, pl. CCLXXXIII, n° 105.)

V.

En résumé, si nous avons pu retrouver les antécédents et, en quelque sorte, les facteurs du triçûla, voire sa signification probable dans les cultes qui ont précédé le bouddhisme, nous ne sommes guère plus éclairés sur le sens de ce symbole dans la religion qui en a le plus fait usage. C'est qu'ici les monuments figurés ne peuvent suppléer au silence des monuments écrits. Tant que les symboles restent des images et qu'ils s'appliquent à des objets concrets ou à des phénomènes physiques, il n'est pas impossible de retrouver le sens qu'ils ont vraisemblablement comporté. Mais lorsque, entrés dans ce qu'on peut nommer leur phase dérivée ou secondaire, ils deviennent des signes et servent à exprimer des idées abstraites, — ce qui est presque toujours le cas dans le bouddhisme,

— le champ de l'interprétation devient, en quelque sorte, illimité pour les critiques, comme parfois pour les fidèles.

La signification propre du triçûla reste donc à l'état conjectural, bien que l'intention de ses métamorphoses ne nous échappe pas toujours. Seule la publication de quelque texte encore inédit pourra peut-être nous révéler le sens général et authentique de ce symbole, devant lequel se sont inclinés des millions de nos semblables et dont nous ne savons même pas le nom avec quelque certitude.

Mon but, d'ailleurs, était moins de résoudre un problème dont la solution a échappé jusqu'ici aux esprits les plus compétents que de retracer les transformations du triçûla au cours de ses développements plastiques et de montrer avec quelle facilité les symboles les plus différents d'origine passent de l'un à l'autre, pour peu qu'il se rencontre dans leur forme ou dans leur signification des points de contact suffisants pour faciliter graduellement ce passage.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 11 octobre 1888.

M. Alex. Robert, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. F.-A. Gevaert, *vice-directeur;* C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, Ernest Slingeneyer, Ad. Samuel, Ad. Pauli, G. Guffens, Jos. Schadde, Émile Wauters, Jos. Jaquet, Jos. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Jos. Stallaert, H. Beyaert, J. Rousseau, *membres;* Max. Rooses, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique fait savoir que M. Lebrun, second prix du grand concours de composition musicale de 1887, a été invité à prendre les dispositions nécessaires pour l'exécution de sa cantate dans la séance publique annuelle de la Classe, fixée au dimanche, 28 octobre, à 1 heure et demie.

— Le même Ministre demande, d'urgence, si la section permanente du jury des grands concours de composition musicale, n'a pas à donner à M. Heckers, lauréat du concours de 1887, d'autres instructions que celles mentionnées à l'article 26 du règlement. — Renvoi à MM. Gevaert, Samuel et Radoux.

— M. le Ministre envoie 1° une copie du procès-verbal du jury chargé de juger le grand concours de sculpture de 1888 et dont voici les résultats : grand prix à M. Jules Lagae, de Roulers, élève de l'Académie royale des beaux-arts de Bruxelles; second prix à M. Gustave Van Hove, de Wetteren, élève de la même Académie; mentions honorables à MM. Pierre Braecke, de Nieuport, élève de l'Académie de Louvain, et à Charles Samuel, de Bruxelles, élève de l'Académie de cette dernière ville;

2° *A*. Le deuxième rapport semestriel de M. Constant Montald, lauréat du grand concours de peinture de 1886; *B*. Le premier rapport de Joseph Dierickx, boursier pour la peinture, de la fondation Godecharle. — Renvoi à MM. Fétis, Robert, Guffens, Verlat et Slingeneyer;

3° *A*. Le cinquième rapport semestriel de M. Jules Anthone, lauréat du grand concours de sculpture de 1885; *B*. Le premier rapport de M. Égide Rombaux, boursier pour la sculpture, de la fondation Godecharle en 1887. — Renvoi à la section de sculpture (rapporteur M. Marchal);

4° Le premier rapport semestriel de M. Charles De Wulf, lauréat du grand concours d'architecture de 1887. — Renvoi à la section d'architecture;

5° Le tome VIII de l'ouvrage de M. Edm. Vander Straeten : *La musique aux Pays-Bas avant le XIX^e^ siècle*. — Remerciements.

— M. Hymans remet, pour le prochain *Annuaire*, la notice académique sur Nicaise De Keyser, ancien membre de la section de peinture. — Remerciements.

M. Marchal remet pour le même recueil la notice sur Alexandre Pinchart, ancien membre de la section des sciences et des lettres dans leurs rapports avec les beaux-arts. — Remerciements.

JUGEMENT DU CONCOURS DE 1888.

Quatrième question.

Déterminer les caractères de l'architecture flamande du XVI^e et du XVII^e siècle. Indiquer les édifices des Pays-Bas dans lesquels ces caractères se rencontrent. Donner l'analyse de ces édifices.

Rapport de M. Adolphe Pauli, premier commissaire.

« Le seul mémoire envoyé en réponse à cette question se compose de 12 pages in-folio, dont environ 4 sont consacrées à l'histoire du pays du XVI^e et du XVII^e siècle. Il ne reste donc guère que 8 feuilles pour traiter la question architecturale proprement dite et remplir le cadre tracé par l'Académie. Ce que demandait celle-ci n'était nullement une étude générale sur l'histoire de l'architecture des Pays-Bas à cette époque, mais un travail dans lequel l'auteur aurait tâché de rendre compte d'une manière précise des caractères spéciaux de l'architecture flamande du XVI^e et du XVII^e siècle. Or, sous ce rapport, le mémoire me paraît tout à fait insuffisant.

Après avoir exposé la situation politique du pays, l'auteur nous dit que l'un des premiers édifices élevés pendant le XVI^e siècle est la Maison du Roi à Bruxelles. Cet édifice, auquel concoururent la plupart des architectes belges en renom, appartient à la dernière époque ogivale. Ce monument, de plan rectangulaire, dont la façade a environ 30 mètres de développement, est d'un grand intérêt, bien qu'il présente dans la plupart de ses éléments l'incohérence de la décadence ogivale.

Cet édifice a beaucoup souffert du bombardement de 1695, comme la plupart des édifices de la Grand'Place.

Sous une maçonnerie construite à la fin du siècle dernier vraisemblablement, on découvrit presque intacte la curieuse et riche ornementation des pignons. Vers la même époque aussi s'élevait l'hôtel de ville d'Audenarde dont la construction fut décrétée en 1525. Un premier projet fut demandé à Jean Stassins, de Gand; le beffroi est dû à Henri van Pede, architecte de la ville de Bruxelles, qui acheva la Maison du Roi en cette ville. Il suffit de comparer ces deux édifices pour constater l'exactitude de ce fait.

L'auteur du mémoire commet une erreur en attribuant le plan de l'hôtel de ville d'Audenarde à Jean Stassins. Il est vrai que cet architecte fut chargé de dresser des plans, mais son projet n'ayant pas été admis, c'est bien le plan de Henri van Pede dans son ensemble qui reçut une exécution complète. Voilà tout ce que l'auteur dit de ces importants édifices. Il cite encore d'autres exemples, tels que le tribunal du Franc de Bruges, la Maison des bateliers, à Gand. La chapelle du S^t-Sang, à Bruges, les tabernacles de Léau et de Tongreloo, mais sans entrer

dans des détails qui pourraient instruire ou intéresser beaucoup.

En parlant des habitations du XV^e^ et du XVI^e^ siècle, l'auteur se rend la tâche plus facile encore en reproduisant presque textuellement la description de la plupart des constructions civiles renseignées dans l'Histoire de l'architecture de Belgique, par Schayes.

L'auteur du mémoire, en parlant de l'architecture de la seconde moitié du XVI^e^ siècle, dit très bien que l'art ogival était presque complètement abandonné par l'architecture civile et que s'il se montre encore, il n'y est plus que comme accessoire et comme dernier sacrifice à une tradition en voie de s'éteindre et de disparaître. Les ouvrages des maîtres italiens étant mieux connus à ce moment, on vit s'élever des édifices importants dans lesquels on ne retrouve plus rien de l'architecture ogivale; tels sont notamment l'hôtel de ville d'Anvers, commencé en 1581, et celui de Flessingue en 1594, évidemment inspiré de celui d'Anvers.

Ces deux édifices ont une grande analogie : tous les deux sont composés d'un rez-de-chaussée percé de baies en plein cintre dont les pieds-droits sont décorés de bossages. Au-dessus de ce stylobate s'élèvent deux étages, le premier rappelant l'ordre dorique romain, le second l'ordre ionique. La galerie qui termine la facade de l'hôtel de ville d'Anvers, en accusant le troisième étage, n'existe pas à Flessingue. Là se borne l'appréciation de l'auteur sur le caractère architectural de ces importantes constructions de la fin du XVI^e^ siècle.

Cette époque, continue l'auteur, marque pour nos provinces une période de guerres intestines, de soulèvements et de répressions sanglantes par la soldatesque étrangère.

Cette période dure un demi-siècle à peu près. Ce n'est guère que sous l'administration d'Albert et d'Isabelle que les Pays-Bas connurent un peu de tranquillité. Le prince rappela d'Italie Rubens, le grand artiste qu'avait vu naître la fin du XVI^e siècle.

Après s'être étendu assez longuement sur les ouvrages d'architecture publiés par le célèbre artiste anversois, il termine en disant que la publication de ces ouvrages eut une influence considérable sur l'art architectural des Pays-Bas, et il arrive à cette étrange déclaration que, dans la plupart des édifices dus aux architectes des Pays-Bas, qui s'inspirèrent des œuvres de Boromini ou de Rubens, *on retrouve encore la tendance des lignes heurtées de la dernière époque ogivale.* Ils avaient encore sous les yeux et dans l'esprit ces conceptions bizarres de l'art ogival de la décadence. C'est alors, continue l'auteur, qu'apparurent ces formes brisées déjetées. Les frontons interrompus, les consoles attachées par un clou, les éléments posés sans raison et sans logique et reliés entre eux par des bandeaux ou guirlandes. On vit alors apparaître les conceptions les plus étranges enfantées par une imagination surexcitée et qui n'était guidée par aucune règle qui pût y mettre un frein.

Le mémoire soumis à notre examen est bien rédigé, mais l'impression générale qu'il m'a laissée, c'est qu'il ne me paraît pas réunir les conditions requises pour être couronné. La partie architecturale, qui devrait être de beaucoup la plus importante, est très faiblement traitée; on y cherche vainement les détails qu'on aurait le droit d'y rencontrer et qui pourraient donner une idée précise des caractères spéciaux de l'architecture flamande du XVI^e et du XVII^e siècle. »

—

Rapport de M. Schadde, deuxième commissaire.

« Après mûr examen du mémoire présenté à la Classe, en réponse à la quatrième question :

Déterminer les caractères de l'architecture flamande du XVIe et du XVIIe siècle. Indiquer les édifices des Pays-Bas dans lesquels ces caractères se rencontrent. Donner l'analyse de ces édifices,

je suis d'accord avec M. Pauli, que l'auteur du mémoire s'occupe plutôt de l'histoire du pays que de la question proposée; que les descriptions qu'il donne de divers édifices sont inexactes et que certaines dates sont erronées. Entre autres, en parlant de la Bourse primitive d'Anvers, située dans une maison sise rue du Jardin, il décrit une Halle, tandis que le lieu de réunion des négociants était une cour rectangulaire avec une petite galerie sur les deux côtés du rectangle. La date de 1581 qu'il donne pour la construction de l'hôtel de ville d'Anvers n'est pas exacte, ce monument ayant été élevé en 1564.

Je me rallie donc complètement aux conclusions du rapport de mon honorable collègue M. Pauli. »

M. Balat, troisième commissaire, déclare se rallier aux conclusions de ses confrères MM. Pauli et Schadde.

—

Rapport de M. Beyaert, quatrième commissaire.

« Je partage entièrement l'opinion exprimée par mes honorables collègues sur la valeur du mémoire envoyé en réponse à la question :

Déterminer les caractères de l'architecture flamande du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle. Indiquer les édifices des Pays-Bas dans lesquels ces caractères se rencontrent. Donner l'analyse de ces édifices.

L'auteur n'aborde pas même la première partie de la question. Il se borne à des données historiques ; il cite un certain nombre de monuments construits au XVI^e^ et au XVII^e^ siècle, et émet souvent sur leur valeur artistique des opinions que l'on peut se permettre de ne pas partager.

De même que mes collègues, je suis d'avis qu'il n'y a pas lieu de couronner le mémoire signé *Esthos.* »

La Classe se prononcera sur les conclusions des rapports précédents dans la séance du 25 octobre prochain.

— La Classe procède au jugement de son concours d'art appliqué se rapportant à l'architecture et à la gravure. Les résultats en seront proclamés en séance publique.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 25 octobre 1888.

M. Alex. Robert, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Gevaert, *vice-directeur*; C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, le chevalier L. de Burbure, Ern. Slingeneyer, Jos. Schadde, Th. Radoux, Jos. Jaquet, Jos. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Jos. Stallaert, J. Rousseau, *membres;* et Alex. Markelbach, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

Par une lettre du Palais, LL. MM. le Roi et la Reine font exprimer leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance publique de la Classe, fixée au 28 de ce mois.

Des regrets semblables sont exprimés de la part de LL. AA. RR. le Comte et la Comtesse de Flandre.

MM. les Ministres de la Guerre, de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics, et des Chemins de fer, Postes et Télégraphes, ainsi que M. le secrétaire de l'Académie royale de médecine (au nom du bureau de ce corps savant) remercient pour les invitations à cette séance.

— M. Portaels offre, de la part de M. Roulleau, sta-

tuaire à Paris, la photographie de sa statue monumentale du général Carnot. — Remerciements.

— M. Édouard Grégoir adresse, à titre d'hommage, un exemplaire de ses *Souvenirs artistiques.* — Remerciements.

RAPPORTS.

M. Gevaert fait savoir, comme président de la section permanente du jury des grands concours de composition musicale, qu'il a donné à M. Heckers, lauréat du grand concours de 1887, toutes les instructions nécessaires pour son voyage d'études à l'étranger.

JUGEMENT DU CONCOURS ANNUEL.

La Classe, conformément à l'article 23 du règlement général, ratifie les conclusions des rapports des membres de la section d'architecture, proposant de ne pas couronner le mémoire de concours avec la devise : *Esthos.*

PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

Conformément à l'article 15 du règlement de la Classe, M. le directeur donne lecture du discours qu'il se propose de prononcer à la séance publique fixée au dimanche 28 octobre, à 1 heure et demie.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance publique du dimanche 28 octobre 1888.

M. Alex. Robert, *directeur de la Classe.*
M. Liagre, *secrétaire perpétuel.*

Prennent également place au bureau : M. F.-A. Gevaert, *vice-directeur de la Classe;* M. Fr. Crépin, *directeur de la Classe des sciences.*

Sont présents : MM. C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, le chevalier L. de Burbure, Ern. Slingeneyer, Ad. Samuel, Godfr. Guffens, Radoux, Jos. Jaquet, Jos. Demannez, P.-J. Clays, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Vinçotte, Joseph Stallaert et J. Rousseau, *membres.*

Assistent à la séance :

Classe des sciences. — MM. Gluge, Ch. Montigny, C. Malaise, F. Folie, Éd. Mailly, J. De Tilly, G. Van der Mensbrugghe, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés.*

Classe des lettres. — MM. Ch. Potvin, *vice-directeur;* P. De Decker, Ch. Faider, Alph. Wauters, Ch. Piot, P. Henrard, *membres;* Alph. Rivier, *associé;* Alex. Henne, *correspondant.*

A 1 heure et demie, M. le directeur ouvre la séance et prononce le discours suivant :

Messieurs, Mesdames.

Appelé, selon la traditionnelle coutume académique, à prononcer l'allocution présidentielle qui ouvre chaque année cette séance, ce n'est pas sans une certaine appréhension que je prends la parole.

D'après le roulement établi entre les branches artistiques dont la Classe s'occupe, c'est à un peintre qu'a été dévolue cette année la mission de diriger ses travaux.

Comme membre de la section de peinture, c'est de la peinture que je me propose de vous parler : cet art qui a valu à la Belgique tant de noms glorieux, notamment Louis Gallait, que nous comptions encore dans nos rangs l'année dernière à pareille solennité, et à la mémoire de qui je me plais à rendre hommage.

Je ne me dissimule nullement la hardiesse de cette entreprise. Je ne me propose pas de faire étalage d'érudition en cette matière après d'éminents devanciers, entre autres, ceux dont les beaux travaux esthétiques font autorité dans l'histoire de l'art, et qui sont plus à même que moi de s'occuper de ce sujet et d'en parler en maîtres. Je me bornerai à quelques idées, à quelques considérations sur la mission de l'artiste à propos de certaines tendances vers lesquelles visent, depuis un certain temps, une partie de nos jeunes peintres, et sur le but à entrevoir dans l'art considéré sous son aspect général.

A en juger par certaines exhibitions de tableaux qui surgissent périodiquement et qui menacent de se perpétuer — si ceux qui ont pour mission de s'occuper de tout ce

qui se rapporte au domaine de l'intelligence, ne cherchent sérieusement à enrayer ce mouvement, ou, tout au moins, à le ramener vers le but réel de l'art, — les principes sur lesquels repose la peinture n'ont plus de raison d'être : pour cultiver l'art illustré par Rubens, il ne s'agirait plus, dorénavant, que de suivre son impulsion sans se préoccuper s'il existe des Académies ou des Écoles de dessin.

Selon les coopérateurs de ces exhibitions, une forme nouvelle de l'art serait née, non de ses cendres, comme le Phénix, ce qui impliquerait une ascendance ou un passé, mais sous l'action d'une génération spontanée. Il semble donc, d'après ces novateurs, que le passé dans l'art ne doit pas seulement être renié, mais qu'il n'a jamais existé.

Depuis l'antiquité, l'enseignement du dessin a toujours été considéré comme l'apanage des Académies, ces sanctuaires chargés d'en conserver les principes les plus purs. Il est la base des arts graphiques et plastiques, son élément essentiel d'existence.

Selon le sentiment qui se dégage déjà de la soi-disant école, qui s'exhibe en vue de se créer droit de cité dans ce grand mouvement qui s'appelle la marche continue de la civilisation, à laquelle la peinture contribue également, les principes académiques seraient d'un autre temps. L'école nouvelle serait celle de la véritable étude de la nature, c'est-à-dire telle qu'il faut rendre celle-ci, et contrairement à la manière dont elle a été interprétée jusqu'à nos jours.

En présence de ces exhibitions, où le caractère sérieux fait souvent défaut et qui n'arrivent qu'au seul résultat d'amuser la foule, toujours avide de nouveautés, il serait temps — selon mon sentiment personnel — de chercher à réagir contre ces tendances si funestes autant pour ceux

qui poursuivent cette voie sans issue que pour l'Art et le sentiment du Beau. Elles font supposer que nous sommes sur le chemin d'une décadence morale, le signe distinctif de la chute de tout peuple.

Avant tout, je me plais à le constater, les tendances nouvelles n'ont encore envahi qu'un nombre restreint d'adeptes. Une certaine partie de nos jeunes artistes restent heureusement fidèles aux vrais principes; quelques-uns continuent, par des œuvres d'une réelle distinction et d'un remarquable caractère, la renommée de notre vieille école de peinture. Ils n'ont pas oublié que l'artiste exerce une influence éducatrice immense sur les masses, s'il interprète la nature dans tout ce qu'elle offre de beau et de poétique, s'il représente les faits les plus importants de la vie de manière à en dégager des enseignements, s'il fait revivre les grandes figures qui ont marqué dans les annales de l'histoire et qui sont les jalons de la marche de la civilisation, s'il choisit des sujets intéressants et dramatiques où les sentiments qui élèvent l'humanité ont le rôle principal. Telle a été la manière de considérer la peinture par tous ceux qui se sont distingués parmi nous, depuis les Van Eyck, et dont les noms et les œuvres sont l'objet de l'admiration des nations qui nous entourent. Pour rendre leurs conceptions, ils alliaient à une savante exécution une pureté de dessin, un style aussi élégant que correct et un harmonieux coloris.

En Belgique comme en France, aux fanatiques de la *ligne*, ont succédé, depuis peu d'années, les enthousiastes de la *tache*, autrement dit les *Impressionnistes*. Or, nous le constatons avec regret, c'est souvent parmi les élèves — et même les lauréats des Académies, — que se rencontrent ces derniers. Ils ne considèrent l'enseignement dans les

écoles que comme un simple exercice de grammaire et de rhétorique et — soit effet de l'impuissance chez les uns ou toute autre cause chez les autres, — ils s'en dégoûtent dans l'application, sans songer que l'art d'apprendre a été créé pour aider au développement raisonné du sentiment personnel.

A Dieu ne plaise cependant que je m'élève contre l'instinct naturel de la composition, lequel est le meilleur inspirateur de l'artiste ; mais cet instinct, livré uniquement à lui-même, ne saura jamais arriver qu'à produire des œuvres où le sentiment réel que comporte l'art fait défaut.

Déjà, l'an passé, mon honorable prédécesseur au fauteuil faisait ressortir ici combien la virtuosité, à laquelle tend certaine jeunesse artistique, sacrifie l'art proprement dit au procédé technique; elle est néfaste, non seulement, au but que ces peintres veulent atteindre, s'ils sont sincères dans leurs intentions d'aider au mouvement et au progrès de l'art, mais à la mission réelle de l'artiste.

En s'attachant à des compositions dont la banalité des sujets frise bien souvent la vulgarité et qui méritent, par ce fait, moins que de l'indifférence, en employant une tonalité des couleurs, qui ferait supposer que l'accommodation de l'œil à la perception des objets est sous l'influence d'une aberration que l'on pourrait qualifier de daltonisme pictural, certains jeunes artistes oublient qu'ils amoindrissent et rabaissent même le cercle de leurs idées. Pourquoi ne puisent-ils pas dans les côtés poétiques de la nature, dans les faits de la vie qui parlent à l'imagination, c'est-à-dire dans le sens de l'idéal et non dans le sens matériel, dans les actes, enfin, qui honorent l'existence des nations, des sujets dont la simple reproduction ou la synthèse seraient à la fois un beau thème et un utile enseignement.

Imbus du scepticisme, triste fruit du matérialisme moderne, les novateurs dédaignent le passé comme n'étant plus digne de leur offrir des sujets d'études; ils recherchent dans leur cercle étroit d'idées l'art vrai, l'art libre, le grand art enfin. Tout, cependant, appartient au grand art, comme l'a fait remarquer, dans les termes suivants, M. Bigot, un des critiques les plus autorisés de nos jours (1) : « La vie moderne aussi bien que le passé religieux ou historique, les scènes familières aussi bien que les scènes historiques, les ouvriers et les paysans aussi bien que les empereurs et les rois. Il n'est pas jusqu'aux paysages et aux animaux qui ne puissent avoir place dans la grande peinture. La noblesse et la beauté sont partout. Aucune époque ni aucune condition sociale, aucun être même n'en a le monopole. Le tout est d'avoir des yeux et de les découvrir où elles sont, c'est-à-dire partout. Ce qui constitue le grand art, c'est le sentiment personnel de l'artiste, c'est la pensée qui l'inspire, c'est la façon dont il interprète les êtres et les choses, c'est l'impression qu'il communique à celui qui regarde son œuvre. »

Ces réflexions sont corroborées par les grandes pages de peinture sorties de notre École depuis quatre siècles et qui ornent les principaux musées; elles touchent à tous les genres, et leur magistrale exécution a valu à la Belgique l'admiration de l'Europe!

Les productions des impressionnistes constituent un déni de justice à l'égard de l'enseignement dans les Écoles de dessin, dans les Académies créées depuis plusieurs siècles en vue de perpétuer les vrais principes sur lesquels

---

(1) Salon de Paris, 1885, *Revue bleue*, IX, 6-73.

l'art repose depuis l'antiquité. A voir leurs tableaux, plus n'est besoin de savoir correctement dessiner, cette probité dans l'art, comme le disait Ingres, ni de connaître la perspective, l'esthétique, l'archéologie, l'anatomie pittoresque, la composition. En proclamant la négation de toutes ces choses, en repoussant tout ce que comporte l'enseignement académique, il est tout naturel pour les impuissants d'y adhérer en déclarant la guerre aux principes qui ont guidé leurs devanciers

Ce qui caractérise surtout les productions des novateurs de l'art soi-disant libre, c'est l'absence des principes, l'absence des idées. Il n'est pas même possible d'entrevoir chez eux des tendances, si ce n'est vers une personnalité qui vise directement la virtuosité dont je parlais tout à l'heure. Ils n'atteignent pas même le but que Courbet indiquait dans le manifeste placé en tête du catalogue de son Exposition particulière de 1855 :

« Être à même de traduire les mœurs, les idées, l'aspect de mon époque selon mon appréciation — c'est-à-dire selon le sentiment qui caractérise l'artiste — être non seulement un peintre, mais encore un homme, faire de l'art *vivant*, tel est mon but. »

Considéré sous un aspect général, c'est surtout à la tradition que s'attaquent les exhibitions des novateurs. Rien n'est néfaste, à vrai dire, comme la tradition lorsque celle-ci aboutit à faire de l'art un métier. Le respect sans limite des doctrines de l'atelier sans que l'artiste se retrempe à chaque instant dans la nature, ne peut aboutir qu'à l'impuissance. Mais si l'on ne fait rien de durable en art avec les seuls préceptes du métier, on fait encore moins chose durable sans la possession de ces secrets conquis l'un après l'autre par un travail séculaire raisonné. Or, ce

n'est que dans la jeunesse, l'âge réel des études, qu'il faut apprendre les principes sur lesquels l'art repose. Il faut n'être, en même temps, ni intolérant, ni révolutionnaire, et considérer le passé comme le chemin nécessaire, le plus court et le plus sûr pour arriver à l'avenir.

La lutte pour le progrès qui caractérise la fin de ce XIX^e^ siècle, lutte dans laquelle les arts sont également entrés, a sa juste raison d'être : elle est la principale condition, non seulement de l'existence, mais de l'intelligence. Tous, nous ne pouvons qu'applaudir et coopérer à ce mouvement, mais la lutte ne se comprend qu'en utilisant ce qui a été acquis par nos devanciers. Car, ne l'oublions pas, dans n'importe quel ordre d'idées se rapportant aux arts, le progrès vers la perfection consiste en l'application des lois et des principes qui président depuis l'antiquité au développement du beau devenu, par l'effet de la sélection naturelle, la *science du beau.* La rivalité toutefois est le plus grand stimulant pour l'éclosion du talent, mais la lutte ne repose sur des principes équitables que pour autant que le respect de la tradition marche de pair avec l'amour et le besoin incessant du nouveau.

Par un de ces étranges effets du mouvement des idées, la nouveauté, nous le reconnaissons, vient souvent du dehors; et ce sont les réfractaires de l'École et même ceux qui n'ont jamais suivi ses principes que par intuition, qui, parfois, en ont ouvert le chemin. Mais la nouveauté ne constitue l'art que pour autant qu'elle se rattache à l'ordre de succession voulu dans l'enchaînement perpétuel qui relie tout ce qui se rapporte au domaine de la pensée et, conséquemment, forme le progrès. Or, dans la peinture, le progrès n'existe réellement que s'il marche avec les concessions au passé, la seule route possible pour

tenir continuellement l'idéal à la hauteur du mouvement. L'idéal devient alors l'incarnation du besoin de beauté supérieure et de survivance intellectuelle qui agite, tour à tour, les générations, et que la Belgique ressent depuis plus de quatre siècles, c'est-à-dire depuis les Van Eyck et les Memling.

Le mal que je signale en ce moment n'a pas été sans préoccuper d'autres que nous. J'en trouve la preuve dans les lignes suivantes qui terminent le livre que vient de publier William Powell Frith, notre éminent confrère anglais, qui est considéré comme l'un des plus remarquables modernistes :

« Il a surgi dans l'art un nouveau style qui semble plaire à un public toujours avide de nouveauté. Je passerai probablement pour un académicien rococo qui ne veut pas voir une preuve de génie dans l'excentricité, ou dans l'audace une manifestation du talent, et je serai justement ou injustement accusé d'injustice si je déclare que le style *impressionniste*, récemment importé de France en Angleterre, causera un dommage incalculable à l'école moderne de l'art anglais. Mais je réclame le droit de jugement que m'a donné le constant exercice de mon art pendant un demi-siècle, et je veux que les derniers mots de ces RÉMINISCENCES soient un avertissement à la génération nouvelle :

» Soyez impressionniste si vous le voulez, mais que vos impressions soient aussi complètes et aussi fidèles à la nature que celles des vieux grands maîtres. Qu'on ne puisse pas dire de vos impressions ce qu'on a dit avec raison de tel ouvrage impressionniste devenu populaire : « Si » la nature a fait cette impression sur l'individu, il aurait » mieux fait de la garder pour lui. » Songez aux grands

peintres d'autrefois, étudiez leurs ouvrages et, en vous convainquant qu'ils furent produits par une simple, sérieuse et ardente étude de la nature, efforcez-vous de les imiter ! »

Tout est en corrélation dans la société. L'homme, par le fait qu'il appartient à la civilisation, est tenu d'apporter à celle-ci le concours de ses facultés. Aller à l'encontre de ce principe serait reculer vers l'état primitif ou se précipiter dans l'anarchie. Le peintre, comme l'écrivain, a sa tâche dévolue dans le mouvement des idées, et il ne lui appartient pas plus de rester stationnaire que de marcher à reculons. Par le fait qu'il a éveillé ses facultés dans le sens de ses aspirations et de sa vocation, il est tenu d'aller avec le progrès, et tout ce qui sort de son pinceau doit se ressentir du mouvement, en ce sens, de la société.

La culture des arts, comme de tout ce qui tient au domaine de l'intelligence, a un but des plus élevés qu'il est bon et salutaire de rappeler de temps en temps aux jeunes peintres, surtout à ceux qui cherchent à se faire une originalité par l'excentricité. Que ceux-ci ne l'oublient pas : c'est surtout la condition morale du peuple que l'art doit avoir pour objectif et vers laquelle doivent tendre tous ses moyens pour arriver à l'amélioration des masses. L'art réconforte et vivifie les sentiments par les formes attrayantes du dessin ou du tableau. Son influence sur les couches sociales est tout aussi grande, si pas plus grande même que le livre, car pour comprendre ses enseignements il ne faut pas, comme pour les écrits, passer par le mécanisme mental nécessaire à l'assimilation de la pensée et à l'expression des idées. S'il tire son origine des besoins mêmes de l'homme, s'il a

placé celui-ci au-dessus du reste des êtres organisés par les instincts qu'il a fait surgir dans le sens des besoins pour ses facultés morales, il doit avoir pour but l'amélioration de l'esprit, l'amélioration de l'âme et celle du cœur. L'art, au surplus, est l'efflorescence de la civilisation générale, et celle-ci dépend à la fois de la configuration du sol, du climat, de la race, des mœurs, des idées religieuses et des événements politiques, comme le rappelait d'une manière si pittoresque, dans une récente lecture académique, notre confrère M. Wagener, un archéologue doublé d'un artiste.

En effet, lorsqu'on suit la marche des civilisations, à la satisfaction des exigences matérielles succède le besoin de développer le sentiment instinctif, de chercher à retracer ou à reproduire tout ce qui frappe l'imagination afin de rendre tangibles — si je puis m'exprimer ainsi — nos aspirations. L'art est, sans contredit, le plus sûr indice de l'élévation morale des peuples et ce n'est pas sans raison que notre éminent confrère Édouard Fétis disait, dans son remarquable ouvrage : *Sur l'art dans l'État et dans la Société* (1), que « les beaux-arts sont dans un état prospère chez les peuples arrivés à la plénitude de leur développement, là où règne un harmonieux accord des facultés individuelles et des institutions sociales. S'ils sont en souffrance, c'est qu'il existe quelque obstacle à la libre expansion des forces vitales. »

Pris dans le sens général, l'art s'étend sur toute la nature. Il la fait aimer et on ne la connaît réellement, on ne l'apprécie et on ne la comprend, que lorsqu'on s'est

---

(1) Page 8.

appliqué à la rendre en toutes ses beautés, en toutes ses formes, en toutes ses manifestations.

Pris dans le sens de ses applications, l'art rattache le présent au passé par les enseignements de l'histoire Il caractérise les grandes époques en les présentant comme le miroir de la société dans lequel les générations se reflètent et se retrempent et, par cela, il devient la base fondamentale de la connaissance des hommes et des choses. En un mot, l'art est le plus grand initiateur du mouvement de l'esprit humain, le levier de la marche progressive de la civilisation.

—

— M. le secrétaire perpétuel proclame de la manière suivante le résultat des concours :

Les concours annuels ouverts par la Classe des beaux-arts de l'Académie ont donné les résultats suivants :

PARTIE LITTÉRAIRE.

Un mémoire portant la devise : *Esthos,* a été reçu en réponse à la question :

Déterminer les caractères de l'architecture flamande du XVI^e et du XVII^e siècle. Indiquer les édifices des Pays-Bas dans lesquels ces caractères se rencontrent. Donner l'analyse de ces édifices.

Un prix de *mille francs* était attribué à la solution de cette question.

La Classe, adoptant les conclusions des rapports de ses commissaires, a décidé qu'il n'y avait pas lieu de couronner le mémoire.

SUJETS D'ART APPLIQUÉ.

Architecture.

L'Académie demandait les plans, coupe et élévation d'un PHARE à l'échelle de 0^{m}01 par mètre.

La tour devait avoir environ 50 mètres de hauteur, sous la lanterne, et être élevée sur une terrasse comprenant les dépendances, logement des gardiens, etc.

Un prix de *huit cents francs* était réservé à l'auteur du projet couronné.

Dix-sept projets ont été reçus; ils portaient les devises et marques distinctives suivantes :

N^{os} 1. *Allez en avant.* 2. *Phare.* 3. *Pharos.* 4. *Phare Bavdovin.* 5. *Fiat Lux.* 6. *C'est le bon qu'on poursuit.* 7. [Une feuille de trèfle.] 8. *Quos egos.* 9. *Phebus.* 10. *Fiat Lux.* 11. *Light.* 12. [Un cercle et un triangle.] 13. *Stella.* 14. *Utilité et agrément.* 15. *Hélice.* 16. *Thalassa! Thalassa!* 17. [Une ancre.]

Par trois voix contre une, la section d'architecture a proposé de couronner le projet portant pour devise : *Thalassa! Thalassa!*

Le jury a ensuite émis le vœu de voir accorder une mention très honorable, ainsi qu'une récompense pécuniaire de *quatre cents francs*, au projet portant la devise : *Phare Bavdovin.*

Ces propositions ont été adoptées par la Classe.

L'ouverture du billet cacheté qui accompagnait le projet couronné a fait connaître comme en étant l'auteur M. Désiré Van der Haeghen, architecte à Gand.

L'auteur du projet portant la devise : *Phare Bavdovin* a déclaré qu'il acceptait la mention très honorable qui lui était décernée par la Classe. Ce travail est dû à M. Victor Horta, architecte à Bruxelles (1).

Gravure.

Un prix de *six cents francs* avait été attribué à *la meilleure gravure* en taille douce *exécutée depuis 1884 par un artiste belge* (*ou naturalisé*).

Deux gravures ont été reçues.

La première porte pour devise : *Sans repos !*

La seconde : *Honneur et patrie.*

D'après le jury, cette seconde gravure, appartenant à la catégorie des eaux-fortes, ne remplissait pas les conditions du programme.

Il ne restait donc plus qu'une question à décider : la gravure *le Moine,* d'après Memling, portant pour devise : *Sans repos !* mérite-t-elle le prix ? La réponse ayant été affirmative, cette œuvre a été couronnée.

L'ouverture du billet cacheté a fait savoir que cette gravure est due à M. Auguste-Michel Danse, professeur à l'Académie des beaux-arts de Mons.

---

(1) Sur la proposition de la section d'architecture, appuyée par la Classe, la Commission administrative, dans sa séance du 22 octobre, a accordé une gratification de *quatre cents francs* à M. Victor Horta.

PRIX DE ROME.

Grand concours de sculpture de 1888.

Comme suite aux opérations du jury qui a été chargé de juger le grand concours de sculpture, dit Prix de Rome, pour l'année 1888, le *grand prix* a été décerné à M. Jules Lagae, de Roulers, élève de l'Académie royale des beaux-arts de Bruxelles;

Le *second prix* a été décerné à M. Gustave Van Hove, de Wetteren, élève de la même Académie;

Une *mention honorable* a été votée à M. Pierre Braecke, de Nieuport, élève de l'Académie de Louvain, et à M. Charles Samuel, de Bruxelles, élève de l'Académie de Bruxelles.

La séance a été terminée par l'exécution de la cantate : *Les Suppliantes,* poème couronné de M. Louis de Casembroot, musique de M. Paul Lebrun, de Gand, second prix du grand concours de composition musicale de 1887.

Voici les noms des solistes :

Mlle Clémence Van de Weghe (*Éthra*);
Mlle Irma de Jaeger (*Évadné*);
Mlle Hortense De Béozières (*Une Argienne*);
M. Jules Wauters (*Adraste*);
M. Charles Wayenberghe (*Thésée*).

Les chœurs ont été chantés par les élèves du cours d'ensemble vocal du Conservatoire royal de Gand et les membres de la section chorale de la Société Royale « des Chœurs » de la même ville.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Wauters (Alph.). — Atlas des villes de la Belgique au XVI^e siècle. Cent plans du géographe Jacques de Deventer exécutés sur les ordres de Charles-Quint et de Philippe II, texte sous la direction de Charles Ruelens. Texte par Alph. Wauters. Bruxelles [1888]; in-folio.

— Homère a-t-il existé? discours prononcé à la séance solennelle et publique de la Société d'archéologie de Bruxelles, le 14 juin 1888. Bruxelles, 1888; in-8° (19 p.).

Selys Longchamps (Edm. de). — Catalogue raisonné des orthoptères et des névroptères de Belgique. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (96 p.).

Briart (A.). — Sur le genre Trigonia et description de deux trigonies nouvelles des terrains supra-crétacés de Maastricht et de Ciply. Bruxelles, 1888; in-8° (19 p., et 1 pl.).

Catalan (E.). — Mélanges mathématiques, t. III. Bruxelles, 1888; vol. in-8°.

— Sur un cas particulier de la formule du binôme. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (2 p.).

Mailly (Éd.). — La Société de littérature de Bruxelles (1800-1823). Bruxelles, 1888; extr. in-8° (78 p.).

Gosselet (J.). — Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France : L'Ardenne. Paris, 1888; vol. in-4°.

Bothae (Joanne-Patricio, marchione). — Acta sanctorum Hiberniae ex codice Salmanticensi nunc primum integre edita opera car. De Smedt et Josephi De Backer e Soc. Jesu, hagiographorum Bollandianorum. Bruges, 1888; vol. in-4° (975 p.).

Vander Straeten (*Edmond*). — La musique aux Pays-Bas avant le XIX^e siècle, tome VIII, 2^{me} partie. Bruxelles, 1888; vol. in-8°.

Herlant (*A.*). — Introduction à l'étude descriptive des médicaments naturels d'origine végétale. Bruxelles, 1888; vol. in-8° (88 p.).

De Bruyne (*C.*). — Ueber eine neue Monadine, Endobiella Bambekii. Iéna, 1888; extr. in-8° (5 p.).

Terby (*F.*). — Les premières observations de Mars et de Saturne faites à l'Observatoire Lick, sur le mont Hamilton, en 1888. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (12 p.).

— Les canaux de Mars, leur gémination et les observations de 1888. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (32 p.).

— δ Cygni. — Performance of a telescope. — The pleiades and ε Lyrae. — Tache rouge de Jupiter. — Saturne; trapèze d'Orion. — Saturne, compagnon de Sirius. — L'anneau de Saturne. La tache rouge de Jupiter. — Saturne. — Mars. Londres, 1886-88; 10 extr. in-8°.

— Encore la planète Mars. Paris, 1888; extr. in-8°.

— Un observatoire d'amateur à Louvain. Marseille, 1888; in-8°.

— Schreiben Betreffend eine Zeichnung des Saturn. Kiel, 1888; extr. in-4°, pl.

— Études sur l'aspect physique de la planète Jupiter, 2^{me} partie: observations faites de 1882 à 1885. Bruxelles, 1887; extr. in-4° (46 p., pl.).

Micheels (*Henri*). — Sur l'enseignement moyen de la botanique. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (8 p.).

Nyns-Lagye (*J.*). — Jean Charles Houzeau, sa vie et ses œuvres. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (32 p.).

Delvaux (*E.*). — Essai d'une carte anthropologique préhistorique de la Belgique à l'échelle de $^1/_{20\,000^e}$. — Notice explicative de la feuille de Flobecq. Bruxelles, 1888 (164 p., cartes).

Segers (*Gustaaf*). — Joost van den Vondel : Verslag der antwerpsche feesten, in 7 studiën. Anvers, in-8° (228 p.).

Meunier (*Fernand*). — Description d'une nouvelle espèce d'Euménides du Brésil. 1888; extr. in-8° (4 p.).

— Tableau synoptique des espèces belges du genre Geotrupes, Linné. Extr. in-8° (2 p.).

— Prodrome pour servir à la monographie des espèces, variétés belges, du genre Bombus, Latreille. 1888, extr. gr. in-8° (15 p.).

Deruyts (*Jacques*). — Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes. Bruxelles, 1888; in-8° (11 p.).

Spilbeeck (*Fr. van Waltman*). — De abdij van Tongerloo, geschiedkundige navorschingen. Lierre, 1888; vol. in-8°.

— Conférences de la Société d'art et d'histoire du diocèse de Liège. Liège, 1888; in-18 (259 p.).

Leboucq (*H.*). — Ueber das Fingerskelett der Pinnepedier und der Cetaceen. Iéna, 1888; extr. in-8° (7 p.).

Cogniaux (*A*). — Flora Brasiliensis : Melastomaceae, II^e^. Leipzig; in-folio.

Pelseneer (*Paul*). — Sur la valeur morphologique des bras et la composition du système nerveux central des céphalopodes. Liège, 1888; in-8° (34 p., pl.).

Cumont (*Georges*). — Médaille de la Société littéraire de Bruxelles. Bruxelles, 1889; extr. in-8° (12 p.).

Wouters (*L.*). — Cahiers d'histoire naturelle à l'usage des collèges et des pensionnats, 2^me^ partie : éléments de botanique. Malines, 1888; in-18 (192 p.).

Vlaamsche Academie voor taal- en letterkunde. — Bijvoegsel aan de sevenste bliscap van Maria. Gand; in-8°.

Société d'émulation de Bruges. — Compte rendu des travaux du Congrès archéologique et historique de Belgique, tenu à Bruges, les 22-25 août 1887 [Léon de Foere). Bruges, 1888; in-8°.

Conseils provinciaux. — Exposé de la situation administrative des provinces, avec annexes. 12 vol. in-8°.

Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, Bruxelles. — Bulletin, 1887, tome I^er^. Bruxelles; in-8°.

Ministère de la Guerre. Institut cartographique. — Notice sur les cartes, documents et objets exposés au grand concours en 1888. Bruxelles, 1888; in-8° (32 p.).

Club Alpin belge. — Bulletin, n° 11. Bruxelles, 1888; in-8°.

Allemagne et Autriche-Hongrie.

Stauber (Anton). — Das Studium der Geographie in und ausser der Schule. Augsbourg, 1888; vol. in-8° (170 p.).

Académie des Sciences de Hongrie, Budapest. — Almanach, Mémoires, Bulletins, etc. 1887-88.

Physikal.-Okonom. Gesellschaft, Königsberg. — Schriften, 1887. In-4°.

Naturwissenschaftlicher Verein. — Verhandlungen, Bd. X, 1883-1888. Carlsruhe, 1888; in-8°.

Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Dresden. — Jahresbericht, 1887-88. In-8°.

Historischer Verein, Steiermark.— Mittheilungen, 36. Heft. Graz, 1888; in-8°.

Statistisches Bureau, Budapest. — Publicationen, ur XXII. In-8°.

Université de Tubingue. —Thèses et dissertations, 1887-88. 29 br. in-4° et in-8°.

Geodätisches Institut. — Jahresbericht, 1887-1888. Berlin; in-8°.

Amérique.

Guthrie (Ossian). — The great Lakes and their relations to the lakes and Gulf Water-way [Chicago, 1888]; in-8° (31 p.).

Freire (Dr Domingos). — Réfutation des recherches sur la

fièvre jaune, faites par M. P. Gibier à la Havane. Rio de Janeiro, 1888; in-8° (28 p., fig.).

Faye (*H.*). — Teoria de los errores, traducion del frances, por Joaquin de Mendizabal Tamborrel. Mexico, 1888; in-8° (55 p.).

Connecticut Academy of arts and sciences. — Transactions VII, 2. New-Haven, 1888; in-8°.

Denison University. — Bulletin of the scientific laboratories, vol. I-III. Granville, Ohio, 1885-88. 3 vol. in-8°.

— Banqnet given by the learned societies of Philadelphia at the american Academie of Music, september 17, 1887. Philadelphie, 1888; in-8°.

Oficina meteorologica Argentina. — Anales, tomo VI. Buenos-Ayres, 1888; vol. in-4°.

Sociedad mexicana de historia natural. — La Naturaleza, tomo I, 3. In-4°.

Instituto historico e geographico, Rio de Janeiro. — Revista, tomo L, 1 e 2. In-8°.

France.

Barrois (*Charles*). — Note sur l'existence du genre Oldhamia dans les Pyrénées. Lille, 1888; extr. in-8° (4 p., 1 pl.).

— Observations préliminaires sur les roches des environs de Lanmeur (Finistère). Lille, 1888; extr. in-8° (10 p., 1 pl.).

Commines de Marsilly (*L.-J.-A. de*). — Réfutation de l'interprétation de la géométrie non euclidienne essayée par M. Beltrami. Paris, 1888; extr. in-8° (15 p.).

— Souvenirs inédits de François Hennequin, prisonnier de la Bastille, de 1675 à 1677. Paris, 1888; in-12 (72 p.).

Société des sciences de Nancy. — Bulletin, tome IX, 21, 1887. In-8°.

Journal des savants. — 1884-1887; 1888, janv.-juill. Paris; in-4°.

Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. — Mémoires, 4e série, I, 1887. In-8°.

Catalogue de la Bibliothèque de la ville de Montpellier, sciences et arts. In-8°.

Académie des sciences de Rouen. — Précis analytique des travaux, 1886-87. In-8°.

Société du Limousin. — Bulletin, tome XXXV. Limoges, 1888; in-8°.

Ministère de l'Instruction publique, Paris. — Remontrances du parlement de Paris au XVIIIe siècle, tome I. In-4°.

Société nationale d'agriculture de France, Paris. — Mémoires, tome CXXXII. In-8°.

PAYS DIVERS.

Kammermann (A.). — Résumé météorologique de l'année 1887 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève 1880; in-8°.

Warfvinge (F. W.). — Årsberättelse fran Sabbatsbergs Sjukhus i Stockholm, 1887. In-8°.

Steen (A.-S.) — Die Polarforschung 1882-83 : Beobachtungs-Ergebnisse der norwegischen Polarstation Bossekop in Alten, II, Theil. Christiania, 1888; vol. in-4°.

Comité international des poids et mesures. — Procès-verbaux des séances de 1887. Travaux et Mémoires, tome VI. Paris.

Société historique et archéologique de Limbourg. — Publications, t. XXIV, 1887. Ruremonde; in-8°.

TABLE DES MATIÈRES.

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance du 13 octobre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Annonce de la mort de Rudolf Clausius. — Billets cachetés déposés par MM. F. Leconte et L. Stilmant. — Envoi et hommage d'ouvrages. — Dépôt aux archives de la troisième partie d'un travail de M. Delaey. — Travaux manuscrits soumis à l'examen . . . 302

BIBLIOGRAPHIE. — *Catalogue raisonné des Orthoptères et des Névroptères de Belgique* (*Edm. de Selys Longchamps*); note par l'auteur 304

Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France : L'Ardenne (*J. Gosselet*); note par M. Malaise. 305

RAPPORTS. — Communication au Ministre des rapports : 1° de MM. Van Beneden et de M. Van Bambeke sur la communication de M. Ch. Julin relative aux travaux physiologiques de la session tenue à Manchester (1887) par l'Association britannique pour l'avancement des sciences . . 306

2° De MM. P.-J. Van Beneden et Briart sur une demande de subside adressée au Gouvernement par M. Munck à l'effet de pouvoir visiter, au point de vue paléontologique, les musées de Copenhague et de Stockholm. *ib.*

3° De M. A. Renard sur une communication de M. Charlier, relative au récent tremblement de terre à l'île de Bali . . . . *ib.*

Lecture des rapports de MM. Mansion, De Tilly et Van der Mensbrugghe sur un travail de M. Eug. Ferron concernant les équations fondamentales de la théorie de la lumière . . . . *ib.*

Rapports de MM. Folie et Liagre sur un travail de M. Niesten concernant l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de α Lyrae, faites à l'Observatoire de Washington 307, 309

Rapport de MM. Éd. Van Beneden et Van Bambeke sur un travail de M. J. Masius concernant la genèse du placenta chez le Lapin. 311

Rapport de MM. W. Spring et Candèze sur une note de M. Éric Gérard concernant un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie 311, 312

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *Sur les formules de réduction des circompolaires en ascension droite et en déclinaison* (suite); par F. Folie. 312

De la genèse du placenta chez le Lapin; par Jean Masius 317

Sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie; par Éric Gérard. 325

CLASSE DES LETTRES. — *Séance du 8 octobre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Annonce de la mort de Théodore Juste. M. Henrard, désigné pour faire la notice du défunt. — M. Wauters accepte de remplacer M. Juste pour écrire la notice sur J. Van Praet. — M. Faider remet sa notice sur F. Tielemans. — Envoi et hommage d'ouvrages. — L'Académie de Reims adresse son programme de concours pour 1889 et 1890. — M. P. Willems offre sa démission de membre de la Commission pour la publication des anciens monuments de la littérature flamande. — Envoi à l'examen d'un travail de M. Ch. de Harlez intitulé : *Le Yih King.* 327

Discours prononcé aux funérailles de Th. Juste; par Ch. Piot 330

RAPPORTS. — Communication au Ministre des rapports faits par MM. Scheler, Le Roy et Stecher sur un projet de classification des patois wallons, d'après leur phonétique; par M. Zanardelli. 332

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *Le Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes; ses origines et ses métamorphoses;* par le C^te^ Goblet d'Alviella. 333

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance du 11 octobre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Dispositions à prendre pour l'exécution de la cantate de M. Lebrun. — Instructions de voyage à donner à M. Heckers, prix de Rome pour la musique. — Résultats du jugement du grand concours de sculpture de 1888. — Envoi à l'examen de rapports de lauréats des grands concours. — Hommage d'ouvrage. — M. Hymans remet pour l'Annuaire sa notice sur N. De Keyser et M. Marchal sa notice sur A. Pinchart 358

JUGEMENT DU CONCOURS ANNUEL. *Sujet littéraire.* — Rapports de MM. Pauli, Schadde, Balat et Beyart sur le mémoire concernant les caractères de l'architecture flamande du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle. Édifices des Pays-Bas. 360, 364, 365

IDEM. *Sujets d'art appliqué.* — Avis des sections d'architecture et de gravure 365, 380, 381

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance du 25 octobre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Remerciements pour les invitations à la séance publique. — M. Roulleau offre la photographie de sa statue du général Carnot. — Hommage d'ouvrage 366

JUGEMENT DU CONCOURS ANNUEL. *Sujet littéraire.* — La Classe ratifie la proposition de ne pas décerner de prix. 367

RAPPORTS. — M. Gevaert fait savoir que M. Heckers a reçu les instructions nécessaires pour son voyage . . . . *ib.*

SÉANCE PUBLIQUE. — Préparatifs . . . . *ib.*

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance publique du 28 octobre 1888.*

Discours sur les tendances actuelles en peinture; par Alexandre Robert. 369

Proclamation du résultat des concours . . . . , ... 379

Exécution de la cantate : *Les Suppliantes;* musique de M. Paul Lebrun, second prix du grand concours de composition musicale de 1887 . . . *ib.*

OUVRAGES PRÉSENTÉS 383

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

58e année, 3e série, tome 16

N° 11.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE,

Rue de Louvain, 108

1888

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1888. — N° 11.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 3 novembre 1888.

M. Crépin, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Briart, *vice-directeur ;* J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, G. Dewalque, H. Maus, E. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Brialmont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, Alf. Gilkinet, G. Van der Mensbrugghe, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés;* A. Renard, Ch. Lagrange et L. Errera, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique demande que la Classe lui soumette une liste double pour la formation du jury chargé de juger la huitième période du concours quinquennal des sciences mathématiques et physiques, qui sera close le 31 décembre prochain. — Voir plus loin, page 391.

— Le même Ministre envoie, pour la bibliothèque de l'Académie, les ouvrages suivants :

Portefeuille de John Cockerill, 4e volume, 5e livraison;

Archives de biologie, par Éd. Van Beneden et Ch. Van Bambeke, tome VII, fasc. 1-3; tome VIII, fasc. 1-4. — Remerciements.

— La Classe accepte le dépôt, dans les archives de l'Académie, de deux plis cachetés;

Le premier, portant en suscription : n° 2, *Hommage à J. Plateau;* envoyé le 31 octobre dernier, par M. Félix Leconte, professeur à Tournai;

Le second, remis séance tenante par M. Folie au nom de M. Ronkar, et portant en suscription : *Influence de la pression dans les piles.*

— Elle autorise la restitution à M. le lieutenant-colonel Huberty, commandant la place d'Ypres, et à M. Ch. Meerens, artiste compositeur à Bruxelles, des communications

qu'ils avaient soumises à l'Académie et sur lesquelles il n'a pas encore été fait de rapport.

— La Société médico-chirurgicale de Liège offre un exemplaire des *discussions* qui ont eu lieu dans son sein le 9 février et le 5 avril 1888, relativement au projet de loi sur la collation des grades académiques. — Remerciements.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Nouvelles recherches sur quelques formules de calcul intégral;* par J. Beaupain. — Commissaires : MM. Catalan et Mansion;

2° *Deux nouveaux bryozoaires cténostomes des environs de Naples;* par Éd. Pergens. — Commissaires : MM. Van Beneden, père et fils, et Plateau;

3° *Recherches sur les organismes inférieurs;* par Jean Massart. — Commissaires : MM. Delbœuf et Errera.

ÉLECTION.

La Classe procède à la formation de la liste double des candidats pour le choix du jury chargé de juger la huitième période du concours quinquennal des sciences mathématiques et physiques.

Cette liste sera communiquée à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

RAPPORTS.

Sur l'avis favorable de M. Catalan, le recueil des *Mémoires* in-4° des savants étrangers renfermera une addition au Mémoire intitulé : *Sur quelques formules de calcul intégral ;* par J. Beaupain.

Sur quelques phosphates et arséniates doubles ; par L. Chevron et A. Droixhe.

Rapport de M. Spring, premier commissaire.

« Le travail de MM. L. Chevron et A. Droixhe fait connaître deux nouveaux phosphates doubles de magnésium et de potassium, et trois nouveaux arséniates doubles des mêmes métaux.

La préparation de ces sels a pour origine des tentatives faites pour obtenir un phosphate de magnésium et de potassium ($Mg\,K\,PO^4$) mentionné dans le Dictionnaire de chimie de Wurtz et dans l'Encyclopédie chimique de Fremy. En observant les prescriptions données dans ces ouvrages, c'est-à-dire en neutralisant une solution de phosphate acide de potassium à l'aide de la magnésie calcinée ou de l'hydrate de magnésium, les auteurs n'ont pu obtenir que du phosphate de magnésium ($Mg\,H\,PO^4$), même en variant les proportions d'hydrate de magnésium.

L'insuccès de l'opération fut attribué, avec raison, à l'influence du milieu *acide*. Pour combattre celle-ci,

MM. Chevron et Droixhe ont ajouté aux réactifs des quantités plus ou moins grandes de bicarbonate de potassium. Ils sont arrivés alors à former deux sels nouveaux, insolubles, dont l'un contient une proportion plus forte de phosphate de potassium quand il prend naissance dans un milieu plus dense. Ainsi, dans un premier cas, ils ont obtenu le sel répondant à la formule

$$4\,(Mg\,K\,PO^4),\ 2\,(Mg\,H\,PO^4),\ 8\,H^2O;$$

et dans un autre cas, où la solution était environ 2 ½ fois plus diluée, le sel :

$$2\,(Mg\,K\,PO^4)\ 2\,Mg\,H\,PO^4,\ 6\,H^2O.$$

La proportion de phosphate de potassium peut varier, à l'origine, sans exercer une influence sensible sur le produit.

Ces sels, peu stables, sont décomposés par l'eau qui enlève le composé de potassium. Il est possible que dans un milieu acide la tension de dissociation soit trop forte pour permettre l'isolement de ces corps composés à l'état de précipités.

Les auteurs ont cherché ensuite s'il est possible d'obtenir des sels analogues, dans lesquels l'arsenic remplacerait le phosphore.

Cette fois, même en opérant en milieu acide, ils ont pu obtenir un précipité ayant la composition donnée par la formule suivante :

$$2\,(Mg\,K\,AsO^4),\ 2\,(Mg\,H\,AsO^4),\ 8\tfrac{2}{3}\,H^2O;$$

et en milieu alcalin, il s'est formé :

$$2\,(Mg\,K\,AsO^4),\ 4\,(Mg\,H\,AsO^4),\ 11\,H^2O;$$

enfin, si la solution est étendue :

$$2(Mg\,K\,AsO^4),\ 2(Mg\,H\,AsO^4),\ 10\,H^2O.$$

On a vérifié ensuite si, dans tous ces sels, on peut remplacer le potassium par le sodium ou le lithium : les résultats ont été négatifs, en ce sens qu'il ne s'est jamais formé que du phosphate magnésique tertiaire plus ou moins hydraté.

L'analyse des produits mentionnés plus haut a été bien exécutée ; elle ne laisse aucun doute sur leur composition. Les auteurs ont eu l'obligeance de m'adresser un échantillon de leurs sels, ce dont je m'empresse de les remercier.

Le travail de MM. L. Chevron et A. Droixhe complétant l'état de nos connaissances sur la formation des sels doubles dérivant de l'acide phosphorique et de l'acide arsénique, j'ai l'honneur de proposer à la Classe son insertion dans le *Bulletin* de la séance. »

Ces conclusions, appuyées par M. Stas, second commissaire, sont mises aux voix et adoptées.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

—

M. P.-J. Van Beneden présente, pour le recueil des *Mémoires* in-8°, la suite de son *Histoire naturelle des Delphinides de Belgique.*

—

Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes (cinquième partie). — a. *Perception des mouvements chez les Insectes.* b. *Addition aux recherches sur le vol des Insectes aveuglés.* c. *Résumé général;* par Félix Plateau, membre de l'Académie royale de Belgique, professeur à l'Université de Gand, etc.

Avant-propos (1).

Dans l'introduction de la quatrième partie, puis dans le corps même du Mémoire, j'ai insisté sur la nécessité de tenir compte de la visibilité des mouvements, si l'on voulait interpréter convenablement la nature des perceptions visuelles chez les Arthropodes en général et surtout chez ceux qui possèdent des yeux composés.

Espérant contribuer à vulgariser une notion encore méconnue de la plupart des naturalistes, je consacre le premier chapitre de cette cinquième partie à l'exposé des recherches spéciales que j'ai entreprises sur la perception des mouvements par les Insectes. Le sujet n'était plus absolument original; cependant je crois avoir rendu quelque service en prouvant, par les résultats d'un certain nombre d'observations, c'est-à-dire par des faits, l'exactitude des conceptions théoriques.

---

(1) Voyez : Première partie. *Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. XIV, nos 9-10, p. 407, 1887.

Deuxième partie. *Ibid.*, no 11, p. 545, 1887.

Troisième partie. *Ibid.*, t. XV, no 1, p. 28, 1888.

Quatrième partie. *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique* (collection in-8e), t. XLIII.

Dans un deuxième chapitre, je reviens à la question intéressante du vol des Insectes aveuglés et je montre, à l'aide d'expériences nouvelles, sur les Lépidoptères nocturnes, que mon interprétation première était probablement juste.

Enfin, je résume, dans un chapitre troisième et dernier, l'ensemble de mes études sur la vision des Myriopodes, des Arachnides et des Insectes.

Chapitre XIII.

Perception des mouvements chez les Insectes.

§ 58. — *Historique.*

Depuis que l'homme observe les phénomènes de la nature, on sait que beaucoup d'Insectes diurnes peuvent être approchés de très près et se laissent parfois toucher, pourvu qu'on avance lentement en prenant la précaution de garder sensiblement la même attitude; cependant, au premier mouvement brusque du bras ou de l'ensemble du corps, les animaux sortent de leur quiétude et fuient.

Ce fait vulgaire, bien connu de tous les entomologistes chasseurs, s'explique parfaitement : les yeux de l'Insecte ne lui permettent pas de distinguer nettement la forme des objets (1); mais, comme S. Exner (2) l'a signalé le

---

(1) Toute la quatrième partie est consacrée à la démonstration de ce principe.

(2) E. Exner. *Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges* (Sitzungsberichte de l'Académie de Vienne, LXXII Band, III Abtheilung, pp. 165 et suiv. 15 juillet 1875, publié en 1876).

premier, ces mêmes yeux sont admirablement construits pour la perception des mouvements.

Un corps vivement éclairé sur un fond sombre, se déplaçant devant deux yeux composés bombés dont les éléments récepteurs, séparés les uns des autres par des gaînes de pigment, sont tournés dans toutes les directions des rayons d'un hémisphère, se trouvera, au début, dans le champ visuel d'un groupe de ces éléments, puis, par suite du mouvement, sortira de ce premier champ visuel pour se trouver dans celui d'un autre groupe, etc. Des éléments auparavant non éclairés recevront de la lumière, d'abord obliquement, ensuite en plein; tandis que ceux qui étaient primitivement éclairés retomberont dans l'ombre.

En d'autres termes, l'excitation lumineuse ne portera pas, à la fois, sur l'ensemble des terminaisons excitables, mais portera *successivement*, dans le sens du déplacement, sur des séries nouvelles de ces terminaisons. Si l'on me permet une comparaison grossière, les choses ont lieu, a peu près, comme lorsqu'un train de chemin de fer passe le soir devant la façade de mon habitation et éclaire l'une après l'autre, de la lumière émise par ses lanternes, les différentes chambres d'un même étage.

Il est évident qu'un résultat identique, c'est-à-dire une perception fort nette du mouvement, sera produit par le déplacement d'un corps obscur se détachant en silhouette sur un fond lumineux, sur le ciel par exemple; enfin que l'Insecte qui marche ou qui vole doit, pour des causes semblables, avoir, par la vue, une notion beaucoup plus claire de l'existence des autres êtres que lorsqu'il est immobile.

Cette adaptation de l'œil composé à la vision toute

spéciale des mouvements reste vraisemblable, quelle que soit la théorie vers laquelle on penche, théorie des images cornéennes multiples, ou théorie de la vision mosaïque de J. Müller.

A la suite d'Exner que je citais plus haut et qui revint, dans un second travail, sur les mêmes considérations (1), se rangent encore : J. Notthaft (2), Nuel (3), Carrière (4), Forel (5) et Bleuler (6), qui tous arrivent à la conclusion diversement exprimée que la plupart des Insectes voient infiniment mieux les mouvements que les objets (7).

---

(1) Exner. *Die Frage von der Functionsweise der Facettenaugen* (Biol. Centralblatt. Erster Band, p. 277, 1881-82).

(2) Notthaft. *Ueber die Gesichtswahrnehmungen vermittelst des Facettenauges* (Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturf. Gesellschaft. Band XII, pp. 108 et 123. Frankfurt a M. 1880).

(3) Nuel. *Article œil* dans le Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales, publié sous la direction du Dr Dechambre, 2e sér., XIV, p. 328.

(4) Carrière. *Die Sehorgane der Thiere,* p. 194. München und Leipzig, 1885.

(5) Forel. *Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes* (Recueil zoologique suisse, t. IV, n° 1, pp. 29, 38, 50, 1er novembre 1886).

(6) Bleuler. Dans le travail précédent. p. 41.

(7) Je désire qu'on ne se méprenne pas sur mes intentions. Je donne le sens général des conclusions; celles-ci sont exprimées d'une façon très absolue par les uns, avec certaines restrictions par d'autres.

On se rappellera, en outre, qu'il résulte d'observations de Dugès, de Hutchinson, de Dahl, de Forel et de mes propres recherches (1re et 2e parties), que la perception des mouvements existe aussi, pour des distances variables, chez des Myriopodes, des Aranéides et des Scorpionides, c'est-à-dire chez des Arthropodes ne possédant que des yeux simples.

Je pourrais reproduire ici les exemples que ces auteurs donnent à l'appui de leur thèse; mais je crois qu'il est plus rationnel de les mettre, au fur et à mesure, à côté de mes résultats personnels. Ceux-ci forment deux groupes : 1° les résultats des observations et des expériences fort simples effectuées sur environ une centaine d'espèces d'Insectes en liberté; 2° les résultats d'expériences faites, dans une chambre obscurcie, en employant un orifice lumineux *mobile*.

§ 59. — *Méthode employée pour observer la perception des mouvements chez les Insectes en liberté.*

L'humidité et le froid paralysant presque tous nos Insectes au point de les mettre à la merci de leurs ennemis, un grand nombre d'entre eux n'entrant en activité que lorsque la lumière est vive et restant immobiles par un ciel couvert (1), je me suis astreint à n'opérer que lorsqu'il faisait beau et vers le milieu du jour. Aucun des résultats signalés ne peut donc être considéré comme entaché d'erreur par suite de l'état atmosphérique ou du manque d'éclairage (2).

Les observations ont été faites un peu partout, quand les conditions étaient bonnes : dans mon jardin, au jardin botanique de Gand, dans des promenades publiques,

---

(1) Voyez le § 3 de ma notice préliminaire : *Les Insectes distinguent-ils la forme des objets* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e sér., t. X, n° 8, 1885) et le § 43 de la troisième partie des recherches actuelles.

(2) Quelques cas d'observations à l'ombre sont décrits plus loin avec indication précise des conditions.

en pleine campagne, enfin dans les dunes du littoral. Les ayant répétées durant deux étés successifs, j'ai pu contrôler une première série par une seconde, corriger plusieurs inexactitudes et arriver à des données assez précises.

Les faits qui m'ont servi de points de départ sont les suivants : lorsqu'on circule dans les allées d'un jardin ou lorsqu'on foule en marchant l'herbe d'une prairie, on voit une partie des Insectes occupant une zone de quelques mètres à peine de largeur fuir dans diverses directions ; mais si on cesse de bouger, ou, pour parler plus exactement, si on cesse les grands mouvements, car il n'est pas nécessaire de garder une immobilité de statue, la confiance renaît bientôt dans tout ce petit monde et, au bout de peu de minutes, parfois de quelques secondes, les Lépidoptères et les Hyménoptères visitent les fleurs à vos pieds, les Libellules passent si près que vous entendez les battements de leurs ailes, et des Diptères se posent effrontément sur vos vêtements.

Ce qui avait inquiété les Insectes, ce n'était donc ni votre forme, ni la couleur dominante de vos habits, ni l'odeur du corps humain, c'étaient uniquement vos mouvements et, dès que ces mouvements ont pris fin, vous êtes devenu pour ces animaux une *chose* dont ils se préoccupent aussi peu que d'un tronc d'arbre, d'un pan de mur ou d'un quartier de roc.

Entre les mouvements assez étendus que l'observateur effectue soit en marchant, soit en agitant le bras armé ou non du filet à papillons et l'immobilité presque complète, il y a naturellement tous les degrés. En outre, les Insectes qui perçoivent immédiatement les déplacements rapides et qui, dans de certaines limites, les perçoivent d'autant mieux que l'objet mobile est plus volumineux, s'inquiètent

peu des déplacements lents de corps à surface restreinte. De là résulte, qu'en s'arrêtant de temps en temps, puis en avançant la main d'un mouvement gradué (1), il est relativement facile, avec un peu d'expérience acquise, de toucher (2) la plupart des Arthropodes ailés ou même de les prendre à l'aide des doigts.

Quant il s'agit d'un simple attouchement et que l'ensemble du corps de l'opérateur conserve la même attitude, les Insectes sont généralement si peu effrayés et comprennent si mal le danger auquel ils sont exposés, qu'ils ne s'envolent qu'à quelques pas de là, quelquefois à quelques centimètres seulement, sur la fleur ou sur la feuille voisine.

Ces expériences sont aisées à répéter; mes enfants s'en amusent, et une de mes filles, âgée de onze ans, imitant ce qu'elle m'a vu faire, a transformé l'expérimentation en jeu (3).

Ici, cependant, ainsi que dans toute observation scientifique, il faut éviter les causes d'interprétations fausses : l'acte de récolter le pollen ou de le manger, de sucer les liquides floraux, etc., absorbe souvent à un tel point l'atten-

---

(1) Il est parfaitement inutile d'agir avec une lenteur excessive; il suffit qu'il n'y ait ni saccades ni oscillations latérales.

(2) Toucher *en plein*, sur le thorax, sur la tête, etc.

(3) La facilité avec laquelle on prend un grand nombre d'Insectes à la main est telle que, formant, depuis quelques années, une petite collection locale d'Hyménoptères et de Diptères, je ne fais presque plus usage du filet. Je me borne à coiffer les Insectes posés du goulot d'un flacon contenant des rognures de papier humectées de quelques gouttes de chloroforme. Bien que l'orifice du vase n'ait que 25 millimètres de diamètre, cet instrument élémentaire me suffit pour réaliser en quelques heures de bonnes récoltes.

tion de l'Articulé qui s'y livre que l'animal devient beaucoup moins attentif à ce qui se passe autour de lui (1).

J'ai toujours tenu compte de cet état particulier d'indifférence relative; mais comme de nombreuses espèces appartenant surtout aux groupes des Hyménoptères et des Lépidoptères ne se posent ordinairement que pour butiner, j'ai été obligé de comprendre les faits qui les concernent dans la liste générale.

Les paragraphes suivants renferment, outre le résumé des quelques indications rencontrées dans les ouvrages de mes prédécesseurs : 1° des mesures approximatives des distances où les Insectes étudiés perçoivent les mouvements du corps ou du bras de l'observateur; 2° l'énumération d'un grand nombre de formes se laissant toucher ou prendre à la main; 3° des détails de mœurs ou d'allures fournissant des données pour la perception des mouvements.

Quant aux lacunes existant çà et là dans les tableaux, elles proviennent de ce que les devoirs de ma position et des périodes de pluie amenant de nombreuses interruptions forcées dans mes recherches, je ne rencontrais plus certaines espèces pour lesquelles de nouveaux essais étaient nécessaires. On ne doit donc pas en conclure que tel ou tel Insecte faisait exception ou que des expériences réussissaient mal. Un entomologiste pouvant consacrer tout son temps à ce genre d'études, doublerait et triplerait facilement les listes.

---

(1) Je ne parle évidemment pas d'Insectes ayant la tête ou le corps entier engagés dans une corolle tubuleuse comme celle de la Digitale ou dans une fleur infundibuliforme telle que celle d'un *Convolvulus*. Ce serait absurde.

§ 60. — *Hyménoptères.*

A. *Tenthrediniens, Ichneumoniens, Vespiens, Apiens.*

Il est probable que si l'on avait le loisir de parcourir avec soin la longue série des publications ayant trait à l'Apiculture, on trouverait à glaner çà et là quelques faits susceptibles d'être expliqués par la visibilité spéciale des mouvements. N'ayant pu me livrer à une recherche bibliographique aussi ardue, en vue d'un résultat d'ailleurs assez mince, je me bornerai à rappeler la découverte capitale de François Huber (1), qui démontra le premier que les mâles suivent l'Abeille-reine en volant et que l'accouplement a lieu dans les airs (2).

A. Forel (3), auquel l'importance de cette poursuite aérienne n'a pas échappé, relate en outre une observation curieuse qu'il a faite sur une Guêpe : une *Vespa germanica* chassait sur la paroi d'un péristyle et se jetait

---

(1) F. Huber. *Nouvelles observations sur les Abeilles*, pp. 43 et suiv. Genève, 1792.

(2) On sait que ce fait n'est pas général chez les Apiens. Ainsi, suivant Pierre Huber (*Mém. sur les Bourdons*, 1802), les femelles de Bourdons attendent le passage d'un mâle sur un mur ou sur un tronc d'arbre en plein soleil.

(3) Forel. *Expériences et remarques critiques*, etc., op. cit., 1re partie, p. 12.

au vol sur les Mouches posées qui, du reste, lui échappaient la plupart du temps. En un point de la paroi était planté un clou noir ayant par hasard la grosseur d'une Mouche; or le savant naturaliste vit *fort souvent* (ce sont ses termes) « la Guêpe, trompée par ce clou, se jeter dessus, puis l'abandonner aussitôt après avoir reconnu son erreur par l'attouchement. Cependant elle était de nouveau induite en erreur par le même clou peu de temps après. »

L'immobilité des Mouches posées et du clou, constitue probablement ici la cause première des bévues répétées de la Guêpe. Distinguant mal les formes des corps, elle confondait entre eux deux objets noirs de même dimension. On peut supposer qu'elle n'eût pas hésité entre le clou fixe et une Mouche *se promenant* à côté.

Mes observations personnelles ont porté sur vingt-sept espèces et sont résumées dans le tableau ci-après. (Verso de la page suivante.)

Si l'on n'emploie pour le calcul que les chiffres les plus élevés fournis par chaque forme, on trouve que la distance *moyenne* à laquelle nos Hyménoptères indigènes (les Fourmis exceptées) perçoivent les mouvements des objets volumineux, tels que les déplacements du corps ou du bras de l'observateur, est de 58 centimètres.

On voit aussi, par le tableau, que la plupart des Insectes de ce groupe se laissent toucher facilement, et que l'expérience réussit même dans les cas assez rares où les animaux se posent sur autre chose que sur des fleurs.

B. Fourmis.

A. Forel dit, dans un de ses travaux : « On m'objectera : pourquoi choisissez-vous les Fourmis? A cela je répondrai que je connais leurs mœurs... » J'ai une réponse tout aussi raisonnable à faire à ceux qui me reprocheraient de n'avoir pas tenté d'expériences sur ces intéressants Hyménoptères : c'est que je les connais mal et que, pour ajouter aux admirables et patientes observations de mon savant confrère de Zürich, il faudrait d'abord posséder un savoir à peu près égal au sien.

Afin de ne pas trop allonger les citations, je résumerai en aussi peu de mots que possible les résultats principaux de Forel concernant la perception des mouvements par les Fourmis :

1° D'une façon générale, ces Insectes voient mal (1). Ainsi, privées d'antennes, mais ayant encore les yeux intacts, les Fourmis ne parviennent plus à regagner leur nid « elles sont entièrement perdues. » Sans yeux et possédant l'usage des antennes, elles peuvent encore arriver à retrouver leur chemin si on ne leur donne pas une tâche trop difficile (2);

---

(1) Forel. *Beitrag zur Kenntniss der Sinnesempfindungen der Insekten* (Mittheil. d. Münchener entomol. Vereins, p. 11, 1878).

Idem. *Études myrmécologiques en* 1886 (Ann. Soc. entomol. de Belgique, t. XXX, p. 156, 1886).

Grenacher. *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden*, p. 15. Göttingen, 1879.

(2) Forel. *Appendice à mon Mémoire sur les sensations des Insectes* (Recueil zoologique suisse, t. IV. n° 4, 20 avril 1888).

	Distance en centimètres à laquelle l'Insecte perçoit les mouvements du corps ou du bras de l'observateur.	L'Insecte se laisse toucher : + une fois, + + deux ou plusieurs fois.	État de l'Insecte au moment où l'on a cherché à le toucher.
Allantus scrophulariae L.	20 à 30	+	Butinant sur Ombellifères.
Pimpla instigator F.	Petits mouvements de la main. 15 à 20	. . . .	Posé sur des feuilles.
	Mouvements du bras. 70	. . . .	Posé sur un mur.
Pimpla setosa Fc.	30 à 40	. . . .	Posé sur une feuille.
Vespa rufa L.	. . . .	+	Butinant sur Ombellifères.
Odynerus parietum L.	40 à 50	+ +	Butinant sur Ombellifères.
Pompilus viaticus L.	50 à 60	. . . .	Courant à terre.
Cerceris arenaria L.	40 à 60	+ +	Butinant sur Ombellifères.
Cerceris quinquefasciata Ri. . . .	50 à 60	+ +	Sur rosiers.
Psammophila hirsuta Scop.	. . . .	+	Butinant sur Eryngium.
Ammophila sabulosa L.	40 à 100	+ +	Courant à terre.
Crabro patellatus V. d. L.	. . . .	+	Posé sur un mur.
Crabro striatus Lp.	30 à 60	+ +	Butinant sur Ombellifères.
		+ +	Butinant sur Saxifrages.

Crabro striatus Lp.	50 à 60	+ +	Butinant sur Ombellifères.
Andrena fulvicrus Ky.	. . . .	+ +	Butinant sur Saxifrages.
Anthophora quadrimaculata Pz. . .	50	+ +	Posé sur des feuilles.
Osmia aurulenta Pz.	. . . .	+ +	Butinant.
Anthidium manicatum L.	50 à 60	+ +	Butinant sur Labiées.
	60 à 70	. . . .	Posé sur une palissade.
Megachile centuncularis Ky. . . .	40 à 50 (1)	+ +	Butinant sur Scabiosa.
Megachile fasciata Smith.	50 à 60	+	Butinant sur Labiées.
Coelioxys punctata Lp.	. . . . (1)	+ +	Butinant sur Labiées.
Psithyrus campestris Pz.	. . . . (1)	+ +	Butinant sur Chardons.
Bombus terrestris L.	40	+ +	Butinant.
Bombus hortorum L.	25 à 50	+ +	Butinant.
Bombus lapidarius L.	60 à 70	+ +	Butinant.
Bombus muscorum F.	50 à 60	+ +	Butinant.
Bombus hypnorum L.	40 à 50	+ +	Butinant sur Chardons.
Apis mellifica L.	50 à 60	+ +	Butinant sur des fleurs diverses.
Apis ligustica Sp.	. . . . (1)	+ +	Butinant sur Eryngium.

(1) Insectes difficiles à émouvoir, semblant parfois absolument indifférents aux mouvements.

2° Lorsqu'on agite un objet à 1 mètre de distance au-dessus d'un dôme de *Formica rufa*, ou même au-dessus de Fourmis ouvrières renfermées dans des cages vitrées, ces animaux remarquent tous les mouvements. Il se dressent sur leurs pattes de derrière et éjaculent leur venin. La perception des mouvements a lieu par les yeux et non par un autre organe sensoriel, puisque l'expérience réussit très bien malgré l'interposition du verre (1);

3° Les Fourmis voient beaucoup moins bien les objets immobiles. Des *Formica rufa* n'aperçoivent pas des cocons ou des larves placées dans leur champ visuel et qu'elles cherchent cependant avec ardeur. Dès qu'on déplace un peu ces cocons ou ces larves, l'attention des Fourmis s'éveille et elles viennent reconnaître l'objet de leur sollicitude à l'aide des antennes (2);

4° Dans les batailles entre deux fourmilières de *Formica pratensis*, l'ennemi n'est vu que de très près et *lorsqu'il se meut.* Quand il se tient immobile, il n'est discerné que par l'attouchement des antennes (3);

5° Rappelons enfin le fait bien connu que les Fourmis mâles poursuivent les femelles au vol.

---

(1) Forel. *Les Fourmis de la Suisse* (Mém. de la Société helvétique des sciences naturelles, p. 120, 1874), *Beitrag zur Kenntniss,* etc., op. cit., p. 12.

(2) Idem. *Beitrag zur Kenntniss,* etc., op. cit., p. 13.

Idem. *Expériences et remarques critiques,* 1re partie, op. cit., p. 18.

(3) Idem. *Ibid.*, p. 39.

§ 61. — *Diptères.*

La perception des mouvements par les Muscides et l'indifférence de ces animaux vis-à-vis des objets immobiles non odorants, rentrent dans les catégories des notions vulgaires. Exner rappelle à ce sujet que les Mouches se posent sans crainte sur les oiseaux empaillés, exemple qui me paraît mal choisi, parce qu'on peut supposer que les Diptères prennent d'abord les oiseaux en question pour des cadavres; Nuel, résumant le travail d'Exner, indique le fait plus démonstratif qu'on peut toucher une Mouche à condition d'en approcher très lentement.

Cependant, Forel (1) admet chez le même animal la faculté d'apprécier les distances indépendamment du mouvement et signale « la sûreté avec laquelle une Mouche mâle se jette sur une femelle à partir du repos » ajoutant : « il est vrai que l'Insecte se meut un instant, mais s'il n'avait pas mesuré son élan au moment du départ, il aurait manqué son but. »

Telles sont les seules données rencontrées dans les ouvrages que j'ai pu consulter. Mes propres observations, souvent répétées sur des séries d'individus concernent vingt-huit formes différentes.

---

(1) Forel. *Expériences et remarques critiques*, etc., op. cit., p. 38.

	Distance en centimètres à laquelle l'Insecte perçoit les mouvements du corps ou du bras de l'observateur.	L'Insecte se laisse toucher : + une fois, + + deux ou plusieurs fois.	État de l'Insecte au moment où l'on a cherché à le toucher.
Ctenophora flaveolata F.	60	. . . .	Posé sur une planche.
Ptychoptera contaminata L. . . .	30	+	Posé sur des feuilles.
Tipula maculosa M	50	+	Posé sur des Graminées.
Tipula oleracea L.	50 à 60	+	Posé sur des feuilles.
Bibio Marci L.	. . . .(1)	+ +	Posé sur une muraille.
Asilus setosulus Zll.	50 à 60	+	Posé sur le sable.
Asilus aestivus Schr.	30 à 40	. . . .	Posé sur le sable.
Leptis scolopacea L.	. . . .	+	Posé sur troncs d'arbres.
Thereva albicans Macq.	. . . .	+	Posé sur le sable des dunes.
Chrysops coecutiens L.	40	. . . .	Butinant sur Ombellifères.
Tabanus bovinus L.	100	. . . .	Posé sur une planche.
Tachina fera L.	80	+	Posé sur le sol ou butinant.
Sarcophaga carnaria L.	100 à 150	+	Posé sur des feuilles.
Musca domestica L. { à l'ombre . .	40	. . . .	Posé sur une muraille.
{ au soleil . .	70	+	Posé sur une muraille
Lucilia caesar L.	100	+	Posé sur des feuilles.
Calliphora vomitoria L.	100 à 150	+	Posé sur des feuilles, sur des murailles, etc.

Musca domestica L. à l'ombre	40	. . . .	Posé sur une muraille.
Musca domestica L. au soleil	70	+	Posé sur une muraille
Lucilia cæsar L.	100	+	Posé sur des feuilles.
Calliphora vomitoria L.	100 à 150	+	Posé sur des feuilles, sur des murailles, etc.
Scatophaga stercoraria L.	40	. . . .	Posé sur excréments.
Teichomyza fusca Macq.	50à 70	. . . .	Posé sur une muraille.
Eristalis tenax L.	50 à 60	+ +	Posé sur des feuilles ou des fleurs.
Eristalis arbustorum L.	40 à 50	+ +	Posé sur des fleurs.
Eristalis nemorum L.	40 à 50	+ +	Posé sur des fleurs.
	Rarement 100	. . . .	Posé sur des fleurs.
Eristalis aeneus Sc.	40	+	Posé sur des feuilles.
Helophilus floreus L.	50	+ +	Posé sur des feuilles.
Syritta pipiens L.	40 à 50	+	Posé sur fleurs d'Ombellifères.
Syrphus pyrastri L.	. . . .	+ +	Posé sur des feuilles.
Syrphus corollae F.	. . . .	+ +	Posé sur des fleurs.
Syrphus balteatus Dg.	50 à 60	+ +	Posé sur des feuilles ou des fleurs.
Syrphus Ribesii L.	50	+ +	Posé sur des feuilles.

(1) Insecte indifférent aux mouvements grands et petits.

La distance *moyenne* à laquelle sont perçus les mouvements des corps volumineux, calculée encore une fois à l'aide des chiffres les plus élevés, est de 68 centimètres, c'est-à-dire un peu plus grande que celle que l'on observe pour les Hyménoptères.

Le tableau montre aussi que les Diptères posés sur un support quelconque où l'on ne peut les soupçonner d'être absorbés par la recherche de la nourriture, se laissent toucher assez aisément. J'ajouterai, à cet égard, quelques détails qui ne manquent pas d'intérêt.

On s'imagine généralement que pour arriver à toucher les Muscides, il faut user de précautions extraordinaires et ne les aborder que par derrière, de façon que la main ne soit pas dans le champ visuel de l'individu. C'est là une erreur résultant de ce qu'on oublie ou qu'on ignore que le Diptère, tout en percevant admirablement les mouvements, ne voit que très mal les formes des objets.

Ainsi des *Calliphora vomitoria* étant posées, au soleil, sur un mur exposé au midi, je puis, presque à coup sûr, approcher le doigt perpendiculairement au corps d'un de ces Insectes, jusqu'à 1 centimètre environ du dos de l'animal, sans qu'il s'envole. Lorsque j'arrête le mouvement à cette distance, la Calliphore devient inquiète et se déplace, mais de quelques pas seulement, ce qui prouve qu'elle n'a rien vu nettement et qu'elle a perçu surtout la présence de mon doigt par l'odorat. Enfin, quand je veux toucher la mouche, j'y parviens en n'accélérant pas trop le mouvement pour les quatre ou cinq derniers centimètres à parcourir, tandis que si je brusque ce déplacement, celui-ci est perçu et je manque régulièrement le Diptère.

On a vu plus haut que les distances que j'indique pour la visibilité des mouvements sont toujours assez faibles.

Je conseille à ceux qui douteraient encore d'expérimenter sur l'Insecte très commun dont je viens de parler. Se plaçant à des distances diverses devant le mur bien éclairé ou le végétal sur lequel les Calliphores sont posées, on effectue de temps à autre un grand mouvement du bras. On constatera ainsi que les Calliphores s'envolent lorsqu'on se trouve à 1 mètre ou $1^{m},50$ au plus, et qu'à moins d'agiter l'air violemment ou d'être placé de façon à projeter son ombre, elles demeurent indifférentes lorsqu'on se recule plus loin.

J'ai déjà dit (§ 59) que les Insectes mangeant du pollen ou suçant le suc des fleurs, spécialement les Hyménoptères, étaient parfois si absorbés par leurs opérations qu'ils ne faisaient plus aucune attention à ce qui se passait autour d'eux. L'excitation génésique amène des résultats du même genre; lorsqu'un mâle d'Eristale (*Eristalis nemorum*) vole en planant au-dessus d'une femelle posée, on peut toucher ce mâle du doigt maintes et maintes fois, lui donner même de petits chocs sans parvenir à l'écarter.

§ 62. — *Lépidoptères diurnes.*

D'après un passage de G.-R. Treviranus (1), reproduit peu de temps après par J. Müller (2), les grands Lépidoptères diurnes se laisseraient approcher jusqu'à 10 ou 15 pieds (3 à 5 mètres) de distance, pourvu que l'on

---

(1) Treviranus. *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur* Bd. VI, p. 442. Göttingen, 1822.

(2) J. Müller. *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes des Menschen und der Thiere*, p. 359. Leipzig, 1826.

évite de projeter son ombre sur les Insectes ou de faire du bruit (1). L'assertion est irréfléchie, puisque, dans ces conditions, jamais un chasseur aux papillons ne parviendrait à capturer une Vanesse ou un Machaon. Exner est bien plus dans le vrai lorsqu'il dit qu'en avançant très lentement on arrive même à toucher un Lépidoptère.

Comme on le constatera par le tableau ci-après, les Insectes de ce groupe sont mieux doués que les Diptères en ce qui concerne la vision des mouvements; cependant les distances indiquées par Treviranus et J. Müller sont trop grandes de moitié.

La distance *moyenne* calculée à laquelle les Lépidoptères diurnes les plus communs perçoivent les déplacements des grands objets est $1^{m},30$ ($1^{m},50$ pour adopter une valeur d'un sens plus général).

La vision des mouvements est donc beaucoup meilleure que chez les Hyménoptères et les Diptères, puisque les Papillons distinguent ces mouvements à une distance double. Mais prenons garde d'en déduire que la vision proprement dite, c'est-à-dire la perception des contours, soit plus nette pour les Arthropodes en question que pour les autres. Cette vision est tout aussi confuse, comme le prouvent la facilité relative avec laquelle on prend les Papillons à la main et le fait suivant sur lequel j'appelle l'attention.

---

(1) Le bruit, *sans agitation spéciale d'air*, ne peut être indiqué ici comme cause. La plupart des Lépidoptères semblent être sourds.

	Distance en centimètres à laquelle l'Insecte perçoit les mouvements du corps ou du bras de l'observateur.	L'Insecte se laisse toucher +, ou prendre entre les doigts P.	État de l'Insecte au moment où l'on a cherché soit à le toucher soit à le prendre entre les doigts.
Papilio Machaon L.	100	. . . .	Butinant sur du Trèfle.
Pieris brassicae L.	100 à 200	+, P	Butinant.
Pieris napi L.	100 à 150	+, P	Butinant.
Polyommatus phlæas L.	70 à 100	+, P	Butinant.
Rhodocera rhamni L.	80 à 100	+, P	Butinant.
Lycæna Icarus Rtb.	80	+, P	Butinant.
Vanessa polychloros L.	100 à 150	+, P	Posé à terre au soleil.
Vanessa urticae L.	100 à 150	+ +, P	Posé sur un mur au soleil.
Vanessa Atalanta L.	150 à 200	. . . .	Posé sur un buisson ou sur une muraille.
Vanessa Io L.	100 à 150	+, P	Butinant.
Satyrus Janira L.	150	+, P	Posé sur des feuilles.
Satyrus Hyperanthus L.	. . . .	+, P	Butinant.
Satyrus Megera L.	100	+	Posé sur des feuilles.
Satyrus Semele L.	100	+	Posé sur des feuilles.

Les collectionneurs de Lépidoptères diurnes citent un certain nombre d'espèces qui, lorsqu'elles ont échappé à un coup de filet malheureux, reviennent se poser à peu près à l'endroit où l'on avait essayé de les capturer (1). Cette façon de se comporter résulte évidemment de ce que les Papillons, comme tous les Arthropodes munis d'yeux composés, voient surtout les mouvements et ne distinguent que très mal les formes. S'il en était autrement, les Lépidoptères reconnaîtraient l'être qui vient de les effrayer et ne retourneraient pas étourdiment se mettre à sa portée.

Dans les chasses de mes débuts de naturaliste, j'avais observé, sans me l'expliquer, la particularité rappelée ci-dessus. Aujourd'hui que le phénomène n'a plus pour moi rien de mystérieux, je parviens quelquefois, en agissant sans brusquerie, à toucher du doigt le même Papillon à plusieurs reprises, sur l'abdomen, sur le thorax, sur la tête même (2), et cela en plein soleil, alors que l'Insecte n'est pas absorbé par la succion des liquides d'une fleur ou de la sève qui découle d'un tronc d'arbre.

Ce qui précède est probablement vrai aussi pour les Lépidoptères nocturnes. Ainsi, un soir du mois d'août (vers 9 heures), de nombreux *Plusia gamma* (3) volaient au-dessus d'une plate-bande de *Dianthus barbatus*. Comme je restais immobile, les animaux circulaient avec confiance

---

(1) Voyez, par exemple, Chenu. *Encyclopédie d'histoire naturelle, Papillons,* 1er vol., pp. 104 et 130.

(2) *Vanessa urticae,* par exemple.

(3) Je n'oublie pas que le *Plusia gamma* vole aussi en plein jour; mais c'est surtout le soir qu'il plane, la trompe étendue, au-dessus des fleurs.

autour de moi et, quoique je fusse obligé de me pencher à cause de l'obscurité qui m'empêchait de distinguer nettement, je pus toucher à peu près tous les individus qui s'approchèrent suffisamment. Après chaque contact, la Noctuelle touchée décrivait en volant un arc de cercle d'un demi mètre environ de rayon, puis revenait au même groupe de fleurs ou à un groupe peu distant.

§ 63. — *Odonates.*

Les allures des grands Odonates (*Libellula, Cordulia, Aeschna*, etc.) et le volume considérable de leurs yeux à facettes ont fait regarder ces Insectes, par beaucoup de naturalistes, comme doués d'une vue remarquablement nette.

Swammerdam (1), l'un des premiers, a appelé l'attention sur ce fait que les Libellules capturent leur proie en volant. C'est probablement au même trait caractéristique de mœurs que Marcel de Serres (2) fait allusion lorsqu'il écrit : « l'on sait à quelle distance l'Insecte carnassier, comme l'oiseau de proie, aperçoit l'objet dont il veut faire sa pâture.... » Treviranus (3) et J Müller (4), dans le passage que j'ai cité à propos des Lépidoptères,

---

(1) Swammerdam. *Biblia naturae.* Édition de Leyde in-folio, t. II, p. 502, 1737-1738.

(2) Marcel de Serres. *Mémoire sur les yeux composés et les yeux lisses des Insectes*, etc., p. 1. Montpellier, 1813.

(3) Treviranus. *Biologie*, etc., op. cit., p. 442.

(4) J. Müller. *Zur vergleichenden Physiologie*, etc., op. cit., p. 359.

admettent que, malgré des précautions, on ne peut approcher les grands Odonates à moins de 3 à 5 mètres. Thompson Lowne (1) suppose que des Libellules distinguent des objets d'un centimètre de diamètre à 6 mètres de distance.

A. Forel (2), dont je reproduis en partie le texte pour avoir une base de discussion, s'exprime comme suit : « La plupart des entomologistes ont observé avec quelle finesse et quelle sûreté les Libellules, qui, de tous nos Insectes, sont, sans comparaison, ceux qui voient le mieux, distinguent, poursuivent et attrapent au vol les plus petits Insectes....

» Leurs chasses aériennes ressemblent à celles des Hirondelles. Chacun peut facilement s'assurer soi-même, en essayant de les atteindre, combien les Libellules s'amuseront à se moquer de lui en le laissant toujours approcher juste assez ponr ne pas se laisser prendre.... On peut voir ainsi à quel point elles savent mesurer la distance et la longueur de leur ennemi. C'est un fait certain : les Libellules (à moins que le froid ou le soir n'arrive) s'arrangent toujours à voler juste à la distance où l'entomologiste ne peut les atteindre et voient fort bien si l'on est armé d'un

---

(1) Thompson Lowne. *On the Modification of the simple and compound Eyes of Insects* (Philos. Trans. of the Royal. Soc. of London, vol. 169, part II, p. 595, 1879).

(2) Forel. *Expériences et remarques critiques*, etc., op. cit., 1re partie, pp. 12 et 13. Forel renvoie, en note, à Meyer-Dür (Mittheilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft, vol. IV, n° 6, pp. 320 et 337, 1874). « L'auteur, dit-il, décrit les habitudes des Libellules et leur bonne vue avec une grande vérité et une connaissance approfondie des faits.... »

filet ou si l'on n'a que ses mains (1); on dirait même qu'elles mesurent la longueur du manche du filet, car l'on n'est pas moins déçu ainsi qu'ainsi. Elles éloignent leur vol précisément de la longueur dont on allonge son instrument, quelque peine qu'on se donne pour le cacher en le retirant et en le jetant tout à coup.... »

Enfin Lubbock, dans l'intéressant ouvrage : *On the Senses, Instincts and Intelligence of Animals* (2), qu'il vient de publier, cite, encore une fois, les Libellules, pour prouver la netteté de la vision chez certains Insectes.

Habitant un pays de prairies coupées de nombreux cours d'eau et où les Odonates foisonnent pendant tout l'été, j'ai trop observé les mœurs de ces jolis animaux pour leur refuser une vue meilleure que celle de la plupart des autres Insectes; cependant j'estime que tout, ou presque tout, ce qu'on décrit au sujet de l'adresse des Libellules peut s'expliquer, non par la netteté des images qui se forment dans leurs yeux, mais par une perception très claire du mouvement. Bien que Forel ne le dise pas d'une façon expresse à propos des Odonates et qu'il insiste plu-

---

(1) J'ai interrogé, à ce sujet, des confrères spécialisant l'étude *zoologique* des Névroptères et des Odonates. Leurs réponses, je dois le dire, confirment entièrement le passage emprunté à Forel. Pour eux, plusieurs formes de Libellules et surtout les Aeschna sont extrêmement difficiles à capturer. Ils m'ont répété spontanément que certaines espèces ont l'air de se douter de la longueur du manche du filet. On doit avouer que c'est prêter à ces animaux des raisonnements bien complexes, et d'autant moins admissibles que les entomologistes ne sont pas encore assez nombreux pour que les Insectes en question aient pu faire leur éducation quant aux engins employés à les capturer et puissent transmettre, par hérédité, cette association spéciale d'idées à leurs descendants.

(2) *International scientific Series,* vol. LXV, p. 171. London, 1888.

tôt sur l'appréciation des distances, je crois qu'on peut déduire de l'ensemble de son Mémoire qu'il pense au fond comme moi.

Ma conviction quant au rôle prépondérant de la visibilité des mouvements dans les allures des Insectes dont il est question ici, repose sur une longue expérience. Laissant de côté mes chasses de collectionneur, je rappellerai que, pour mes recherches expérimentales successives, *Sur la force musculaire* (1866), *Sur la position du centre de gravité* (1872), *Sur les phénomènes de la digestion* (1874), *Sur les mouvements respiratoires* (1884), *Sur la vision* (1885 à 1888), j'ai dû capturer bon nombre de ces animaux dans des conditions toutes particulières; il me les fallait *intacts, vivants,* et en quelque sorte à point nommé.

Le 1° du § 54 (quatrième partie, chapitre XI) renferme déja la description de quelques-unes de mes observations sur les *Libellula vulgata* et *L. fulva ;* j'y attire l'attention sur ce fait que les Libellules, comme certains Lépidoptères, retournent à l'endroit même où on les a manquées une première fois, prouvant ainsi qu'elles n'ont été effrayées que par le mouvement effectué et qu'elles ne reconnaissent, quoiqu'on dise, ni le chasseur, ni le filet.

Afin de préciser, j'ajouterai que le filet dont je fais usage est, en apparence, l'engin le plus défavorable ; il est en *gros tulle blanc,* par conséquent très visible, et se monte sur une simple canne de 80 centimètres de longueur. C'est armé de cet instrument que j'ai pu, au milieu du jour et, par un temps chaud, constater ce qui suit sur des *Libellula fulva Müll* (*L. Conspurcata,* V. d. Lind.), *L. Quadrimaculata* L., *Cordulia metallica,* V. d. Lind, *Gomphus pulchellus* Selys, *Brachytron pratense Müll*, *Aeschna cyanea Müll, Aeschna Grandis L.* et *Calopteryx virgo L.,* toutes formes à allures rapides.

a. Lorsque l'Insecte est posé, il est généralement facile de le capturer, pourvu qu'on avance lentement et que l'approche puisse se faire sans courber les roseaux et sans agiter de branches. Si l'Odonate s'envole avant que le filet soit assez près, il faut rester dans la même position, le bras tendu; on a grande chance que l'animal revienne planer au-dessus du filet ou se poser de nouveau, soit à la même place, soit à quelques décimètres de là. Dans ce cas il suffit d'un coup sec pour le prendre.

b. Lorsque les Odonates volent le long des bords d'une rivière ou d'un étang, ces êtres, loin de s'apercevoir qu'on est muni d'un instrument de capture, loin de mesurer la longueur de la canne, en un mot, loin de faire preuve de raisonnements dont ils sont parfaitement incapables, *n'évitent le filet que si celui-ci est en mouvement.* En effet, le meilleur moyen de s'en emparer, quand la nature des berges permet d'approcher assez du bord de l'eau, consiste à tendre *franchement* le filet en avant. Alors, si l'on conserve soi-même une immobilité suffisante, les Libellules et les Aeschnes ne se détournent pas et on parvient souvent à cueillir, d'un mouvement court et vif, celles qui passent à portée.

J'ajouterai encore ceci, a propos de l'opinion émise par Forel et par d'autres que les Odonates paraissent mesurer les dimensions du manche du filet : lors de mes anciennes expériences à l'aide d'orifices de formes différentes percés dans les volets d'une chambre obscure, on m'a reproché, avec raison, de supposer, chez les Insectes, l'association d'idées qui leur permettraient de comprendre que telle ouverture est praticable et que l'ouverture voisine ne l'est pas (1). Or, il est au moins étrange de voir les auteurs mêmes de cette objection fondée admettre, lorsqu'il s'agit de Libellules, un raisonnement aussi étendu, si pas plus compliqué,

(1) Voyez quatrième partie, chapitre IX, § 48 et chapitre XII, §§ 55 et 56.

c. Tandis que ces animaux sont momentanément posés sur des roseaux ou qu'ils volent soit au bord des marais, soit dans les clairières, tout ce qui est mobile attire leur attention et ils se précipitent brusquement vers d'autres Insectes qu'ils ne mangent pas, et même vers leurs semblables, autour desquels ils décrivent quelques zigzags pour les abandonner ensuite dès que l'erreur est reconnue.

Ici on sera tenté de me répondre que la copulation des Anisoptères s'effectue au vol, et que ce que j'ai pris pour des erreurs résultant de la perception des mouvements avec absence de vision nette des formes, n'était qu'une manifestation de l'instinct de reproduction.

Cette critique serait juste, si le fait relaté ne se passait qu'entre individus de la même espèce; mais l'observateur suffisamment patient pourra s'assurer que l'acte en question a lieu entre Libellules et Lépidoptères, et entre Odonates non seulement d'espèces, mais de genres différents.

Ainsi j'ai vu des *Libellula fulva* quitter brusquement la pointe d'un roseau pour se jeter sur des Papillons (*Satyrus*), décrire des crochets brusques autour de ces proies illusoires, puis retourner au même support. J'ai vu et revu, au bord d'un étang sillonné de centaines d'Odonates, des *Aeschna cyanea*, au vol, se précipiter vers des *Libellula quadrimaculata*, chaque fois qu'un de ces Insectes, cependant si différents, passait à une faible distance. Le crochet latéral effectué et la nature de l'animal en mouvement vaguement reconnue, les *Aeschna* reprenaient leur direction rectiligne (1).

(1) Brehm (*Les Insectes.* Trad. franç., t. I) avance que les grands *Odonates* font eux-mêmes la police de leur chasse et, p. 496, il dit, à propos de l'*Aeschna grandis :* « elles voltigent.... le plus souvent

Admettons que l'instinct de la reproduction fût en jeu, il n'y en avait pas moins erreur grossière sur la forme, et illusion provenant de la visibilité des déplacements.

Ce qui précède suffit, me semble-t-il, pour réduire à de justes proportions ce que l'on pourrait appeler la légende des Libellules, et j'engage les naturalistes qui conserveraient des doutes à cet égard à recommencer leurs observations, en ayant, cette fois, bien présent à l'esprit le principe général que les Insectes munis d'yeux composés ne voient les contours que d'une façon confuse et perçoivent surtout les mouvements; ils seront témoins de faits curieux et, s'ils ont la patience de régler leurs actes suivant le principe en question, ils ne tarderont pas à reconnaître l'exactitude de mes interprétations.

Pour terminer, voici quelques indications sur les distances où les mouvements sont perçus par un certain nombre d'espèces. Je regrette vivement que des circonstances indépendantes de ma volonté ne m'aient pas permis de réunir les éléments d'une liste plus longue.

---

isolées, car chacune d'elles défend avec une ardeur farouche son territoire de chasse et n'y supporte aucune rivale ». Cette opinion est erronée et me semble le résultat d'observations superficielles. Quelques jours avant d'écrire ces lignes, j'ai assisté pendant une demi-heure aux manœuvres de *deux Aeschna grandis* chassant ensemble dans un espace d'environ un demi-hectare. Chaque fois que les hasards du vol les amenaient en présence, elles décrivaient quelques zigzags l'une autour de l'autre et c'était tout. Dans nos Flandres il n'est pas rare de voir deux et même trois *Aeschna* parcourir durant longtemps la surface du même champ de trèfle.

	Distance à laquelle l'Insecte perçoit les mouvements du corps ou du bras de l'observateur.	État de l'Insecte au moment de l'expérience.
Libellula (*Diplax*) *vulgata* L.	1^m,50 à 2 mètres (1).	Posé sur Graminées.
Aeschna cyanea Müll.	1 à 2 mètres.	Volant.
Aeschna grandis L.	1 à 2 mètres.	Volant.
Lestes sponsa Hansem.	40 à 50 centimètres.	Posé sur Roseaux.
Agrion pulchellum V. d. L.	50 à 60 centimètres.	Posé sur Graminées.
Agrion (*Ischnura*) *elegans* V. d. L.	50 à 60 centimètres.	Posé sur Graminées.
Agrion (*Enallagma*) *cyathigerum* Charp.	30 à 40 centimètres.	Posé sur Graminées.

(1) Très rarement, la perception semble pouvoir se faire à trois mètres.

Les mouvements peu étendus des petits objets ne sont naturellement perçus qu'à des distances beaucoup moindres; ainsi, la *Lestes viridis* V. d. L. ne voit les mouvements des doigts ou de la main qui cherche à la saisir qu'à 10 centimètres, l'*Agrion elegans,* qui s'envole pour des mouvements du bras effectués à 50 ou 60 centimètres, ne distingue non plus ceux de la main qu'à 10 ou au maximum à 20 centimètres. Il en résulte qu'avec un peu d'adresse, on arrive à toucher les Odonates comme les Lépidoptères (voyez le tableau du § 62); l'expérience est facile pour les Zygoptères (Agrionides), mais elle réussit aussi pour les Anisoptères; en plein soleil, j'ai pu toucher des *Libellula vulgata,* et je me propose de répéter les essais sur nos autres formes indigènes, dès que la saison favorable et quelques loisirs me le permettront.

§ 64. — *Orthoptères.*

Bien qu'il soit connu, depuis longtemps, que les Orthoptères Locustiens et Acridiens sautent ou s'envolent lorsqu'on les approche sans précautions, les divers ouvrages consultés ne m'ont fourni aucune indication spéciale quant à la perception des mouvements. Je ne puis donc rendre compte que de mes observations personnelles.

Un premier fait intéressant nous est fourni par les Forficules : tandis que tous les autres Orthoptères voient les grands déplacements des objets à une distance généralement voisine de 40 ou 50 centimètres, la *Forficula auricularia* semble ne rien percevoir de ce genre à aucune distance. Les essais variés que j'ai faits à l'air libre et dans le laboratoire pour constater la perception des mou-

vements par cet Insecte sont toujours restés sans résultats appréciables.

On serait tenté, au premier abord, d'attribuer cette particularité curieuse à la structure exceptionnelle des yeux, Carrière (1) ayant montré, en effet, que les organes visuels des Forficules sont dépourvus de cônes cristallins et rentrent, par conséquent, dans la catégorie des *yeux acônes* de Grenacher. Mais cette explication est évidemment erronée, puisque les Diptères du genre *Tipula*, qui possèdent des yeux acônes typiques, voient les déplacements aussi bien que la plupart des autres Insectes, et s'envolent lorsque le corps en mouvement est à 50 ou 60 centimètres (voir le tableau du § 61.)

Le lecteur pourrait faire remarquer que les Forficules sont lucifuges et qu'il n'est, par suite, pas étonnant que des expériences effectuées dans le jour ne fournissent pas de résultats. Ici encore le raisonnement tombe à faux, car : 1° les essais effectués le soir (à 7 heures le 3 septembre) n'ont pas mieux réussi que les précédents ; et 2° la Blatte (*Periplaneta orientalis*) ainsi que la Courtilière (*Gryllotalpa vulgaris*), dont les habitudes nocturnes sont connues, perçoivent parfaitement, au milieu de la journée et en pleine lumière, les grands mouvements que l'on fait dans leur voisinage ; la Blatte fuit, la Courtilière gratte le sol pour s'enterrer.

Il est bien entendu que, dans les expériences sur la visibilité des mouvements, il faut toujours éviter de déterminer des trépidations du support sur lequel l'animal est

---

(1) Carrière. *Die Sehorgane der Thiere*, p. 139, fig. 110.

posé ou des ébranlements de l'air, ébranlements probablement perçus par l'intermédiaire des antennes et des cerques. Ainsi une *Gryllotalpa* complètement aveuglée par l'application de plusieurs couches de couleur à l'huile noire sur les yeux simples et les yeux composés, manifestait incontestablement de l'inquiétude lorsque j'agitais l'air, à l'aide de la main, à 30 ou 40 centimètres au-dessus de son corps; l'Orthoptère s'arrêtait brusquement quand il était en marche, ou se mettait en mouvement si l'agitation de l'air le surprenait pendant une phase de repos.

Chez les Orthoptères diurnes, de même que pour la majorité des Insectes, la visibilité des mouvements dépend de l'intensité de l'éclairage : la Sauterelle verte (*Locusta viridissima*) à la lumière diffuse de l'intérieur d'une chambre, ne voit pas les déplacements du doigt ou d'un autre corps de dimensions analogues même à un centimètre de distance; en plein air, par un beau temps, alors qu'elle est posée à l'ombre, elle se laisse facilement approcher et prendre entre deux doigts; elle ne commence à manifester une certaine inquiétude que lorsque la main n'est plus qu'à 10 centimètres; enfin, au soleil, l'Insecte perçoit parfois les mouvements du chasseur à un mètre et se dissimule alors brusquement en passant à la face inférieure d'une feuille.

Quant aux petits Orthoptères communs de nos prairies ou des dunes du littoral, *Platycleis grisea* Fab., *Stenobothrus biguttulus* L., *Oedipoda cœrulescens* L., observés dans de bonnes conditions, ils ne voient réellement les grands mouvements (mouvements de marche, mouvements imprimés au filet de tulle blanc, etc.) qu'à 40 centimètres au maximum.

§ 65, — *Coléoptères.*

Thompson Lowne (1), s'appuyant sur des considérations anatomiques, a avancé que la distance de vision distincte devait être fort courte chez les Coléoptères. Les expériences relatées dans le § 50 de la quatrième partie nous permettent de substituer à ces suppositions théoriques une donnée positive : la vue des Coléoptères est ordinairement mauvaise à toutes les distances.

Parmi nos espèces indigènes, les Cicindèles (*Cicindela hybrida* et *C. campestris*) seules, semblent percevoir les déplacements des corps mobiles avec une netteté comparable à ce qu'on observe, par exemple, chez les Lépidoptères diurnes. En effet, il est difficile, en marchant, c'est-à-dire en faisant mouvoir un corps volumineux, d'approcher de ces Insectes à moins d'un mètre et, en expérimentant à l'air libre, à l'ombre comme au soleil, j'ai constaté que la *C. campestris* voit les oscillations d'un simple bâton, ou d'un objet de dimensions restreintes, à 50 ou 60 centimètres.

Sauf pour ces formes privilégiées, la vision des mouvements paraît bien confuse chez le plus grand nombre des Coléoptères, même chez les Carabiques, dont les allures rapides et les mœurs feraient cependant supposer le contraire.

Des *Carabus monilis* et *C. nemoralis* convenablement

---

(1) Thompson Lowne. *Modification of the simple and compound Eyes of Insects* (Philos. Trans. of the Royal Society of London, vol. 169, part II, p. 598, 1879).

nourris et très vifs restaient parfaitement indifférents aux déplacements des objets que j'agitais dans leur voisinage, et ne réagissaient jamais que lorsque je les touchais directement.

Le *Carabus auratus* se montra un peu plus sensible: un individu dont les antennes étaient coupées depuis plus de cinq jours, qui ne pouvait, par conséquent, sentir les légers ébranlements de l'air par l'intermédiaire des appendices antennaires, ayant été lâché sur le parquet d'une chambre, se détournait de sa route, pendant des instants fort courts, lorsque je déplaçais un peu brusquement, soit vers sa droite, soit vers sa gauche, une petite plaque verticale de carton ou de liége fixée à l'extrémité d'une canne (voyez quatrième partie, pl. IV, fig. 15.)

La vision des mouvements par les Dyticides semble aussi réduite à peu de chose; je nourrissais, depuis plusieurs semaines, de viande crue et de vers de terre, un *Dytiscus dimidiatus* placé dans un bocal plein d'eau. Or, l'attention de l'Insecte n'était attirée ni par les contorsions d'un Lombric suspendu par une de ses extrémités sous la surface du liquide, ni par les oscillations imprimées à un fragment de viande soutenu dans l'eau par un bout de fil. Le Dytique nageait çà et là, sans rien voir, et il fallait que le hasard le fît se heurter en quelque sorte à la viande ou au ver pour qu'il se fixât sur sa proie et y enfonçât ses mandibules (1).

---

(1) Forel (*Expériences et remarques critiques*, 2e partie, op. cit., p. 236) cite, il est vrai, un *Dytiscus marginalis* qui se mettait en mouvement dès qu'il *voyait* l'auteur entrer dans l'appartement, qui sautait hors de l'eau, saisissait la nourriture qu'on lui donnait, etc.

Les faits sont certainement exacts, car, comme Forel, j'ai observé,

Cette absence de perception contrastait vivement avec les faits que m'offraient à la même époque de petits Vertébrés aquatiques d'une taille analogue à celle des Dytiques: des Épinochettes (*Gasterosteus pungitius* L.) s'élançaient, comme des flèches, à partir de 30 ou 40 centimètres de distance, sur les plus petites proies que je leurs jetais.

Les Coléoptères non carnassiers ne m'ont guère fourni de résultats, et je ne puis guère citer que le *Geotrupes sylvaticus* qui donne des preuves évidentes de la visibilité des mouvements : un exemplaire privé d'antennes depuis deux jours percevait, à une dizaine de centimètres, les mouvements quelque peu rapides de la main ; il s'arrêtait chaque fois et baissait brusquement la tête vers le sol.

§ 66. — *Expériences dans une chambre obscurcie.*

Dans la quatrième partie (chapitre XII, § 55) j'ai rendu compte d'expériences variées prouvant qne les Insectes volants, lâchés dans une chambre dont les fenêtres sont garnies d'écrans percés de deux ouvertures de formes dissemblables, s'orientent fort bien, mais sont incapables de distinguer la différence existant entre l'orifice qui peut lar-

---

par exemple sur des Araignées, que des Arthropodes peuvent s'apprivoiser jusqu'à un certain point ; mais l'interprétation de ces manifestations est probablement fausse en ce qui concerne la vision : plongé dans un bocal plein d'eau, le Dytique ne pouvait voir ce qui se passait au dehors. Tout le monde a eu l'occasion de s'assurer que, dans les aquariums publics, les animaux ne s'inquiètent nullement des mouvements des visiteurs. Le Dytique reconnaissait qu'il allait recevoir de la nourriture à la trépidation imprimée au liquide ou pour une autre cause, la vue n'intervenant pas.

gement leur livrer passage et celui dont la configuration ne permet pas la fuite.

Ce genre d'essais m'a suggéré l'idée d'offrir aux animaux le choix entre deux ouvertures de mêmes dimensions et de mêmes formes, dont l'une serait immobile et dont l'autre serait animée d'un mouvement continu. Je faisais ce raisonnement très simple que, puisque les Insectes munis d'yeux composés perçoivent si bien les déplacements des objets, ils devraient voir beaucoup mieux un orifice mobile qu'un orifice fixe et que, par conséquent, lâchés dans la chambre obscurcie, ils se rendraient en général de préférence à l'ouverture en mouvement.

Utilisant donc le matériel décrit (quatrième partie, § 55) et représenté planche IV, figure 12, je conservai à gauche un orifice immobile, mais je munis l'écran de droite d'un système tournant que je vais décrire brièvement en laissant de côté des détails de construction très délicats qui n'intéresseraient guère le lecteur.

La portion de l'écran droit portant l'orifice se compose (pl. V) d'un grand disque vertical D de 55 centimètres de diamètre, monté sur un axe horizontal et mis en rotation par un apareil à poids.

Toutes les précautions ont été prises pour éviter les causes d'erreurs : ainsi le disque est constitué des mêmes matières que l'écran de sorte qu'il laisse passer la même quantité de lumière et qu'il se confond avec la surface générale. Grâce à des rebords modifiés par tâtonnement aucun jour ne filtre entre entre le disque et la portion fixe de l'écran. De plus, le mouvement est doux, *sans saccades et sans bruit.*

La distance entre le centre de l'orifice mobile et l'axe du disque étant de 19 centimètres et le disque effectuant

une rotation en 1″,7, il en résulte que l'œil humain suit parfaitement le mouvement et qu'il n'y a, pour cet œil, aucune confusion résultant de la persistance des impressions.

L'orifice fixe de gauche (*f*) et l'orifice tournant de droite (*m*) ont tous deux 10 centimètres de côté ou 100 centimètres carrés de surface. Ces dimensions peuvent être diminuées à volonté. Enfin l'un et l'autre sont munis d'une vitre dépolie.

En résumé, les Insectes, *accoutumés au demi-jour* qui règne dans l'appartement, puis lâchés, avaient réellement le choix entre deux ouvertures *identiques* en grandeur et en forme, l'une immobile, l'autre décrivant, avec une vitesse modérée, un cercle de 38 centimètres de diamètre.

Trois cas pouvaient se présenter : ou bien les animaux seraient attirés par l'ouverture mobile et s'y rendraient presque toujours, ou bien ils seraient effrayés par le mouvement de cette ouverture, chercheraient à l'éviter et préféreraient en général l'orifice fixe, ou bien encore ils feraient preuve d'indifférence et se porteraient tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

Or, à mon grand étonnement, ce fut le troisième cas qui se réalisa, les Insectes ne témoignèrent ni répulsion, ni préférence pour l'ouverture tournante et, cependant, comme je vais le montrer, ils percevaient certainement le mouvement de celle-ci.

Les expériences nombreuses (plus de 130 essais) portèrent sur les espèces suivantes : *Apis mellifica, Bombus hortorum, Calliphora vomitoria, Pieris brassicae, Pieris napi*; c'est-à-dire sur des Hyménoptères, des Diptères et des Lépidoptères diurnes.

Les résultats peuvent se grouper comme il suit :

A. *Orifices de mêmes dimensions (tous deux de dix centimètres de côté), laissant passer des quantités de lumière sensiblement égales :* les Insectes montrent l'indifférence la plus complète et volent à peu près un nombre égal de fois vers l'ouverture fixe et vers l'ouverture mobile.

B. *Orifices de mêmes dimensions, mais laissant passer des quantités de lumière inégales.* On a atténué tantôt l'éclat du carré fixe, tantôt celui du carré mobile, par l'application d'une ou deux couches de papier à calquer : les animaux se rendent plus souvent à l'orifice le plus lumineux, qu'il soit immobile ou tournant.

C. *Orifices de dimensions inégales, l'un ayant dix centimètres de côté et l'autre cinq seulement :* les Insectes se dirigent de préférence vers l'orifice le plus grand, que cet orifice soit fixe ou qu'il soit animé d'un mouvement de rotation.

Tout cela signifie que, comme dans les expériences à l'aide d'orifices de formes différentes, les Insectes choisissaient en général l'ouverture la plus lumineuse ou l'ouverture qui leur paraissait la plus grande, et cela sans que l'immobilité ou le mouvement de l'ouverture en question fût pour rien dans le choix manifesté.

Si les faits observés s'étaient bornés là, on pourrait, à la rigueur, trouver dans les résultats ci-dessus un argument pour soutenir que la perception du mouvement n'existe pas; mais un détail fort curieux, dont je n'ai pas encore parlé, prouve incontestablement que le mouvement de rotation de l'orifice mobile était parfaitement perçu.

Lorsque les Insectes volaient vers l'ouverture fixe, ils s'y portaient en droite ligne ou à très peu près; au contraire, lorsqu'ils se dirigeaient vers l'ouverture tournante *ils décri-*

vaient souvent une large hélice à axe horizontal, traçant ainsi dans l'air un véritable pas de vis et cherchant, en apparence, à combiner leur progression horizontale avec le mouvement tournant de l'orifice lumineux. Les Abeilles faisaient entendre alors un bourdonnement très différent du son qu'elles émettent d'habitude.

Les individus volant ainsi en hélice parvenaient rarement à l'orifice même. Leur rotation étant plus ou moins rapide que celle de l'instrument, ils aboutissaient en un point quelconque du disque sur lequel ils se posaient et avec lequel ils continuaient à décrire des cercles.

La première fois que j'ai assisté au vol héliçoïdal, je me suis demandé si le phénomène provenait bien de ce que les Insectes percevaient le mouvement de l'ouverture et s'efforcaient de le suivre. En effet, les animaux pouvaient, comme par un miroir à Alouettes, être éblouis et pris d'une sorte de vertige.

Les expériences instituées dans le but spécial de résoudre cette question consistèrent à rendre l'ouverture mobile soit moins lumineuse, soit plus petite que l'ouverture immobile, à faire partir, comme toujours, les Insectes d'un point situé à égale distance des deux orifices (1), de façon qu'ils pussent être influencés, *dès le début,* par le mouvement de rotation et à observer, dans ces conditions, la nature du vol.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut en B et C, les exemplaires essayés se laissèrent exclusivement guider tantôt

---

(1) Les Insectes étaient lâchés à quatre mètres de la paroi offrant les ouvertures; celles-ci étaient distantes l'une de l'autre d'un peu plus de deux mètres.

par l'éclat plus considérable, tantôt par les dimensions plus grandes du carré fixe; ils volèrent ordinairement (parfois exclusivement) vers celui-ci et *en ligne droite.* Il devient dès lors impossible d'accepter l'hypothèse de l'éblouissement ou du vertige, et il ne reste plus qu'à admettre que les Insectes qui ont choisi une ouverture en mouvement parce qu'elle leur semble plus grande ou plus éclairée, *perçoivent ce mouvement et cherchent à le suivre* pour parvenir à passer.

J'admets comme très probable que si mon instrument avait été disposé de manière à imprimer à l'orifice mobile un mouvement horizontal de va et vient, les Insectes se portant dans cette direction auraient décrit des zigzags.

Les résultats obtenus dans une chambre obscurcie (1) où les Arthropodes ailés peuvent se rendre, soit vers des ouvertures lumineuses exclusivement fixes (2), soit vers des ouvertures dont l'une au moins se déplace ont, en réalité, une assez grande portée, parce qu'ils permettent d'expliquer, *sans faire intervenir la vision nette des formes,* comment les Insectes en liberté, volant au milieu du feuillage des taillis et des bois, se dirigent en général d'une façon si sûre.

Ni les troncs d'arbres, ni les branches, ni les feuilles isolées, ni les groupes de feuilles ne sont évidemment vus nettement, comme nous les voyons (3), mais ces masses

---

(1) On remarquera que je ne dis pas chambre *obscure,* mais *obscurcie;* j'ai fait justice de cette objection dans la quatrième partie.

(2) Quatrième partie, chapitre XII, § 55.

(3) Inutile de revenir sur ce fait, toute la quatrième partie a été écrite pour le démontrer.

brunes ou vertes encadrent de nombreuses ouvertures dont la plupart oscillent, se déplacent par la moindre brise.

Les unes, parmi ces ouvertures mobiles, laissent voir le ciel, d'autres ont pour fond soit une portion éclairée du paysage, auquel cas on peut encore les appeler lumineuses, soit la profondeur obscure d'un massif, le cadre de feuillage constituant alors, par contraste, une masse plus claire.

L'Insecte qui butine de fleur en fleur est guidé dans ses déplacements restreints, surtout par l'odorat et un peu par la perception plus ou moins vague des taches colorées que forment les inflorescences à la surface du tapis de verdure. Il n'a guère à passer par des trous et c'est alors surtout, dans les jardins où la flore offre sur un petit espace une variété exceptionnelle, qu'on peut lui voir commettre les erreurs résultant de sa mauvaise vue, erreurs dont j'ai cité des exemples frappants (1).

Mais l'Hyménoptère qui, sa récolte terminée, regagne le nid, ou l'Insecte dérangé dans ses occupations par un chasseur et qui fuit à tire d'aile, doivent l'un et l'autre utiliser soit les espaces qui séparent les buissons, soit les orifices qui criblent le feuillage. Pour peu qu'on puisse les suivre de l'œil pendant un certain temps, on constate que ces animaux décrivent des courbes afin d'enfiler les ouvertures et modifient leur vol en suivant les oscillations de ces dernières.

De nombreuses observations spéciales seraient nécessaires avant de formuler une affirmation absolue. Cependant ce que j'ai vu, depuis que mon attention est portée

(1) Quatrième partie, chapitre XI, § 54.

sur ce point, m'autorise à penser qu'en liberté, comme dans le laboratoire, les Insectes choisissent très généralement, entre plusieurs orifices, les plus larges et surtout les plus lumineux.

En effet, en utilisant les dispositions favorables d'un berceau de vigne dont l'ouverture principale est tournée à l'est, de sorte que, le matin, la lumière arrive en majeure partie par cette ouverture, tandis qu'au milieu de la journée elle pénètre verticalement par les trous existant dans le feuillage de la voûte, et en lâchant sous ce berceau des exemplaires de *Megachile centuncularis*, *Megachile fasciata*, *Pieris brassicae*, *Calliphora vomitoria*, *Eristalis tenax*, *Syrphus balteatus*, *Tipula oleracea*, j'ai observé qu'à peu d'exceptions près, les Insectes essayés s'échappaient horizontalement le matin et verticalement vers midi, c'est-à-dire par les ouvertures les plus lumineuses au moment où l'expérience était effectuée. En outre, lorsqu'ils traversaient la voûte, ce n'était pas par l'une quelconque des solutions de continuité, mais bien par l'une des plus spacieuses.

§ 67. — *Conclusions quant à la perception des mouvements.*

S. Exner, Notthaft, Nuel, Carrière, Forel et Bleuler, partant de considérations exclusivement théoriques, ou s'appuyant à la fois sur la théorie et sur l'observation, étaient arrivés à ce résultat que la plupart des Insectes voient beaucoup mieux les mouvements des corps que ces corps eux-mêmes.

Forel s'exprime, à cet égard, de la manière suivante : « Les Insectes perçoivent particulièrement bien les mou-

vements des objets, c'est-à-dire le déplacement des images visuelles relativement à l'œil composé. Ils voient donc mieux au vol qu'au repos, car pendant le vol l'image des objets immobiles se déplace par rapport à l'œil (Exner); cette perception de la mobilité des objets diminue (de même que le déplacement relatif à l'œil) à mesure que la distance augmente (1). »

Mes recherches confirment pleinement l'opinion des naturalistes cités, et me permettent de formuler, à mon tour, les conclusions ci-dessous :

1° La faculté de percevoir les déplacements des objets mobiles est très développée chez beaucoup d'Insectes pourvus d'yeux composés;

2° Les Insectes les mieux doués à cet égard sont les Lépidoptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Odonates.

3° La distance à laquelle les mouvements des corps un peu volumineux sont distingués ne dépasse cependant pas 2 mètres. Elle est, *en moyenne*, de 1^{m},50 pour les Lépidoptères diurnes, de 58 centimètres pour les Hyménoptères et de 68 centimètres pour les Diptères observés (2).

4° La perception des mouvements joue un grand rôle comme cause déterminante des manifestations extérieures des Insectes. Elle explique, en effet, *sans vision nette des formes*, pourquoi les espèces à allures un peu rapides échappent souvent à leurs ennemis, pourquoi les individus

---

(1) Forel. *Expériences et remarques critiques*, 1re partie, op. cit., p. 50.

(2) Je n'indique pas de moyenne pour les Odonates, le nombre de faits constatés étant malheureusement insuffisant.

de sexes différents parviennent à se poursuivre dans les airs, comment les Odonates chassent leur proie au vol, enfin comment ces divers animaux circulent au milieu du feuillage agité par le vent.

5° D'un autre côté, les erreurs nombreuses commises par les Insectes qui se laissent toucher ou capturer quand les déplacements du chasseur sont suffisamments lents, qui, après avoir fui, reviennent se poser à proximité d'un ennemi devenu immobile, ou même qui poursuivent des proies illusoires, nous prouvent, encore une fois, que la perception complète des contours fait défaut. L'Insecte muni d'yeux à facettes voit immédiatement qu'un objet bouge, mais lorsque, soit l'odorat, soit un autre sens, soit la connaissance acquise, par hérédité, de l'aspect caractéristique de certains mouvements n'interviennent pas, la nature même de l'objet lui reste inconnue. Cet objet, cessant de se déplacer, se confond aussitôt, pour l'Arthropode, avec l'ensemble absolument vague de tout ce qui se trouve dans son champ visuel.

Chapitre XIV.

Addition aux recherches sur le vol des Insectes aveuglés.

§ 68. — *But de ces nouvelles expériences.*

Dans la troisième partie, chapitre VII, §§ 40 et 42, j'ai montré, par les résultats de nombreuses expériences faites dans des conditions variées sur des Hyménoptères, des Odonates, des Lépidoptères et des Diptères, que les Insectes *diurnes* que l'on aveugle, soit en recouvrant leurs yeux de couleur à l'huile noire, soit en sectionnant les

cordons nerveux optiques, puis qu'on lâche à l'air libre, s'élèvent *verticalement vers le ciel* à une grande hauteur.

J'avais cru trouver l'explication du phénomène dans les perceptions dermatoptiques et je m'exprimais à cet égard dans les termes suivants (1) : « V. Graber a prouvé expérimentalement que les *perceptions dermatoptiques*, ou perception de la lumière par la surface du corps, dont il avait reconnu l'existence chez le Ver de terre et chez le *Triton cristatus*, existaient aussi chez la *Blatta germanica* aveuglée, par conséquent chez les Insectes. Moi-même j'ai observé la sensibilité pour la lumière des Myriopodes normalement dépourvus d'yeux (*Cryptops*, *Geophilus*, *Blaniulus*) ; enfin A. Forel s'est occupé de la question à propos des Fourmis, et a trouvé que les perceptions dermatoptiques de ces Hyménoptères paraissent faibles. »

« L'homme ayant les yeux fermés perçoit un peu la lumière du jour au travers de la peau des paupières ; beaucoup d'Arthropodes, grâce à la translucidité de leur enveloppe cutanée, perçoivent probablement cette même lumière au travers de la peau de la presque totalité de leur individu. »

« De là à conclure que les Abeilles, les Bourdons, les Calliphores, les Éristales, les Hélophiles et les Lépidoptères dont Forel et moi nous noircissions ou nous détruisions les yeux, percevaient plus ou moins la lumière par la surface générale du corps, il n'y a évidemment qu'un pas. »

---

(1) Troisième partie, § 41. Je supprime ici les notes et les citations que le lecteur retrouvera dans le texte primitif : *Causes du vol ascendant chez les Insectes aveuglés.*

« Si l'on se rappelle que les Insectes ailés *intacts*, lâchés dans une chambre où le jour ne pénètre que par une ouverture restreinte, volent vers cette ouverture, ce qui veut dire qu'ils se précipitent instinctivement vers l'endroit d'où émane la lumière ; si l'on se rappelle aussi que les Éristales et d'autres Diptères, chez lesquels, par le noircissement des yeux, on abolit la vision proprement dite, sans supprimer entièrement l'accès d'une petite quantité de lumière aux organes visuels, finissent fréquemment par aboutir aux fenêtres d'une chambre ordinaire, ce qui signifie que, même dans ces conditions défavorables, ils se dirigent du côté où l'éclairage est le plus intense ; si l'on fait attention que les Arthropodes réellement aveuglés n'ont plus, en fait de sensations lumineuses, que des sensations dermatoptiques, et si, enfin, on remarque que, dans les circonstances ordinaires, à l'air libre, *la lumière vient d'en haut*, on est bien tenté de croire que c'est l'éclat du ciel qui pousse l'Insecte privé de vision à s'élever continuellement jusqu'à épuisement de force musculaire. »

Enfin, après avoir montré à quoi pouvaient tenir quelques insuccès, je terminais le § 41 par ces mots qui résumaient mon opinion : « Ainsi, jusqu'à preuve *expérimentale* du contraire, on peut admettre que les Insectes ailés privés de l'usage de leurs yeux simples et composés, et qui volent verticalement vers le ciel, sont poussés à cet acte anormal par des perceptions dermatoptiques. »

Sortant des idées reçues, l'hypothèse devait être accueillie par des objections. Celles-ci me furent opposées par A. Forel, puis par Tiebe, professeur au Gymnase de Stettin, dans des lettres que ces savants me firent l'hon-

neur de m'écrire à ce sujet. Le second a ultérieurement reproduit ses remarques dans une analyse de mon travail publiée en juillet 1888 (1).

Les objections de Tiebe que j'examinerai d'abord se réduisent à ceci : 1° à l'air libre, la lumière ne vient guère du zénith; par un temps couvert, elle arrive de partout et, par un temps clair, du point du ciel où se trouve le soleil; 2° j'aurais fourni moi-même un argument contre ma théorie en disant que, dans une chambre, des Insectes aveuglés, au lieu de se diriger vers les fenêtres, montaient vers le plafond.

La réponse à la première de ces critiques est facile : je n'ai jamais dit que la lumière venait du zénith; j'ai dit, comme on peut le vérifier dans le passage reproduit, que *la lumière vient d'en haut,* c'est-à-dire qu'elle arrive *d'une façon générale verticalement* et non horizontalement.

J'ai dit aussi (§ 39) que, « sauf dans des cas très rares, tous les essais ont été effectués par un beau temps et en plein soleil » et j'aurais pu ajouter : toujours au milieu de la journée, alors que le soleil est fort élevé. Mais, même par un jour couvert, la lumière diffuse n'arrive pas de tous les côtés à la fois; la couche de nuages fait à peu près l'effet d'un plafond lumineux, et lorsqu'on place alors à l'air libre, n'importe à quelle hauteur, un cylindre blanc *horizontal,* tel qu'un rouleau de papier, on constate immédiatement que c'est la surface convexe *supérieure* du cylindre qui est

---

(1) Tiebe. *Plateau's Versuche über das Sehvermögen der einfachen Augen von Schmetterlings-Raupen und volkommenen Insekten* (Biolog. Centralblatt. Band VIII, n° 9, 1888).

la plus éclairée et que les portions latérales et inférieures sont ombrées.

Enfin suggérer que, pour que la théorie fût exacte, les Insectes aveuglés auraient dû se diriger vers le point du ciel occupé par le soleil, c'est oublier tout à fait que les sensations dermatoptiques sont des sensations *générales* qui ne peuvent avoir la précision de celles que fournissent des organes sensoriels localisés. Il en est propablement des sensations dermatoptiques comme des sensations de chaleur et de froid : un aveugle perçoit fort bien de quel côté d'une chambre lui arrive la chaleur provenant d'un poêle; mais s'il ne connaît pas la disposition des lieux et si vous lui demandez de marcher vers le foyer, sa direction ne sera que fort approximative et il ne trouvera le poêle qu'en modifiant cette direction lorsqu'il sera suffisamment rapproché.

La deuxième objection de Tiebe est plus sérieuse; cependant j'y ai déjà répondu d'avance, partiellement, dans la troisième partie, en disant que le jour qui règne dans une chambre étant incomparablement plus faible que celui qui règne à l'extérieur, les perceptions dermatoptiques y deviennent probablement insuffisantes pour amener, dans le vol, une direction déterminée et en faisant remarquer, en outre, que des *Insectes voyants et intacts,* tels que des Libellules, des Lépidoptères diurnes et certains exemplaires d'Éristales, poussés par une cause inconnue, refusent de faire autre chose que de tournoyer au plafond de l'appartement et doivent être rejetés comme impropres aux expériences ordinaires sur la vision.

Les arguments que m'oppose Forel sont d'une autre nature : s'appuyant d'abord sur mes recherches concer-

nant *la perception de la lumière chez les Myriopodes aveugles* (1), il rappelle que, d'après mes propres résultats, les réactions produites chez les Géophiles et les Cryptops par les sensations dermatoptiques sont lentes (il faut 4 secondes environ) et ne s'explique pas que chez les Insectes elles puissent être assez rapides pour que ces animaux partent immédiatement en l'air.

Puis, après avoir dit que des Hannetons dont il avait noirci les yeux volaient dans des directions quelconques et non droit vers le ciel, le savant myrmécologue m'engage à répéter mes expériences sur des Insectes nocturnes : « c'est, écrit-il, le plus simple moyen de confirmer ou de réfuter votre hypothèse : s'ils ne volent pas en haut, vous avez peut-être raison, s'ils volent en haut votre hypothèse est insoutenable. »

L'objection tirée de la lenteur relative avec laquelle s'établissent les perceptions dermatoptiques n'a pas grande valeur, puisque l'opération par laquelle on aveugle un Insecte, puis les petites précautions à observer pour le lâcher convenablement, demandent un temps largement suffisant pour que l'effet se produise. Quant à l'idée d'essayer des Insectes nocturnes, elle était trop simple pour que je n'y aie déjà songé, mais je remercie Forel de m'avoir en quelque sorte obligé à effectuer des expériences qui, sans ses critiques, seraient peut-être restées à l'état de projet.

---

(1) *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques*, t. XXII, septembre-octobre 1886.

§ 69. — *Expériences sur des Lépidoptères nocturnes.*

Le déplorable été pluvieux que nous venons de traverser ne m'a pas permis de donner à mes essais le développement que j'aurais désiré. Cependant, en utilisant les quelques occasions que j'ai rencontrées, j'ai pu expérimenter sur vingt-cinq individus appartenant à douze espèces différentes et obtenir un ensemble de résultats suffisamment démonstratif.

J'opérais ainsi : le Lépidoptère trouvé généralement dans le jour, appliqué sur une muraille ou sur un tronc d'arbre, était recueilli, sans le froisser, dans un flacon renfermant quelques feuilles fraîches et clos par une toile métallique.

L'animal captif restait ordinairement parfaitement immobile.

Le soir, vers 8, 9 ou 10 heures, suivant l'époque de l'année et *alors que la nuit était complète*, j'ouvrais une porte donnant sur le jardin, de façon à ne pas être gêné dans mes allées et venues, puis, dans une chambre d'où la lueur de la lampe ne pouvait arriver à l'extérieur, je noircissais les yeux du Papillon à l'aide de couleur à l'huile noire, absolument comme je l'exécutais pour les Insectes diurnes (1).

Cette opération terminée, je portais l'Insecte à l'air libre,

---

(1) Troisième partie, § 39.

j'attendais la minute nécessaire pour que mes yeux fussent assez habitués à l'obscurité d'une nuit d'été (sans lune), j'étendais le bras verticalement de manière à faire se profiler l'animal sur le ciel, enfin je le lâchais.

Ces quelques actes longs à décrire prennent en réalité fort peu de temps, et le fait que les exemplaires *non aveuglés* employés comme termes de comparaison s'envolaient toujours d'une façon normale, permet de repousser d'avance l'objection que les résultats obtenus avec les individus aux yeux noircis proviendraient des manipulations subies.

J'avais cru, au premier abord, faciliter les observations en déposant à l'aide d'un pinceau un peu d'huile phosphorée sur la face dorsale de l'abdomen des animaux employés. Ceux-ci luisaient en effet dans l'obscurité, mais les vapeurs de phosphore pénétrant par leurs stigmates les empoisonnaient si vite, qu'intacts ou aveuglés, ils tombaient comme des masses inertes. J'ai donc dû renoncer à ce moyen.

A la vérité, un Lépidoptère lâché en pleine nuit disparaît très vite aux yeux de l'observateur; cependant la grande expérience que j'avais acquise en opérant sur les Insectes volant dans le jour ne permettait guère d'erreurs de ma part et, sauf dans des cas très rares, j'ai toujours su dans quelle direction les papillons partaient.

Voici les faits constatés :

a. Euprepia lubricipeda L.

Premier individu (yeux noircis), descend rapidement vers le sol.

Deuxième individu (yeux noircis), part horizontalement.

b. Liparis dispar L. ♂.

Un individu (yeux noircis), court sur la main de l'expérimentateur, puis se laisse tomber à terre.

c. Liparis salicis L. ♂.

Il importe de remarqner que les mâles de *L. salicis* volent *naturellement* vers le haut à la recherche de femelles posées dans le feuillage des peupliers. C'est du moins ce que j'ai observé en juillet de cette année, alors que le Lepidoptère était fort abondant.

Premier individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.
Deuxième individu (yeux noircis), id. id.
Troisième individu (yeux noircis), part horizontalement.
Quatrième individu (intact), s'élève immédiatement.

d. Acronycta megacephala L.

Un individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.

e. Acronycta rumicis L.

Un individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.

f. Triphæna pronuba L.

Un individu (yeux noircis), vole obliquement vers la terre.

g. Agrotis segetum Wv.

Un exemplaire (yeux noircis), circule sur la main de l'expérimentateur, puis plonge vers le sol.

h. Plusia gamma L.

Ce Noctuelien vole aussi pendant le jour, cependant c'est surtout le soir qu'on le voit butiner en passant rapidement de fleur en fleur.

Premier individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.

Deuxième individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.

Troisième individu (yeux noircis), id. id.

Quatrième individu (yeux noircis), id. id.

Cinquième individu (intact), part en décrivant une courbe ascendante.

Sixième individu (yeux noircis), court avec vivacité, mais refuse de voler.

Septième individu (yeux noircis), se laisse choir sur le sol.

Huitième individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol.

Neuvième individu (intact), part horizontalement.

i. Catocala nupta L.

Premier individu (yeux noircis), court sur la main de l'observateur, puis vole obliquement vers le sol.

Deuxième individu (intact), court aussi sur la main, puis s'envole horizontalement.

j. Phigalia pilosaria Hb. ♂.

Un individu (yeux noircis), vole obliquement vers le sol ; le lendemain je le retrouve vivant, à terre.

k. Phalæna indéterminée.

Un individu (yeux noircis), plonge vers le sol.

l. Tephrosia punctularia H.

Un individu (yeux noircis), plonge vers le sol.

§ 70. — *Conclusions concernant le vol des Insectes aveuglés.*

Comme on vient de le voir par ce qui précède, *aucun* des Lépidoptères nocturnes aveuglés lâchés la nuit à l'air libre, alors que la lumière envoyée par le ciel était très faible, ne s'est élevé verticalement.

J'ajouterai que l'on est en droit d'affirmer que si, pendant la période d'excitation nocturne de ces Insectes, le ciel devenait suffisamment lumineux pour une cause extraordinaire quelconque, les individus aveuglés partiraient vers le haut absolument comme les Insectes diurnes, placés dans les mêmes conditions. En effet, il est arrivé, à plusieurs reprises, que des Lépidoptères nocturnes dont je venais de noircir les yeux et que je maintenais naturellement le plus délicatement possible, s'échappaient d'entre mes doigts. Toujours, dans ce cas, ils se précipitaient contre la face interne réfléchissante de l'abat-jour de la lampe à pétrole placée au-dessus de la table. Chassés de cet endroit, ou bien ils battaient le plafond là où celui-ci était vivement éclairé, ou bien, s'ils s'étaient engagés dans une région de la chambre où la lumière ne parvenait plus d'une façon directe, ils se fixaient inertes sur la première surface venue.

Je dois donc maintenir intacte la conclusion que je formulais dans la troisième partie, à la fin du § 41 « jusqu'à preuve *expérimentale* du contraire, on peut admettre que les Insectes ailés privés de l'usage de leurs yeux simples et composés et qui volent verticalement vers le ciel, sont poussés à cet acte anormal par des perceptions dermatoptiques. »

Chapitre XV.

Résumé des résultats obtenus dans l'ensemble de ces recherches expérimentales (1).

Chacune des subdivisions principales du travail étant suivie d'un certain nombre de conclusions, j'aurais pu, à la rigueur, terminer ici ; mais comme ces cinq notices successives ont été publiées à des intervalles parfois assez longs, ceux qui ont bien voulu me lire peuvent avoir perdu le souvenir de points importants et doivent alors rencontrer de la difficulté à grouper le tout sous la forme d'un ensemble satisfaisant. Je crois donc bien faire en exposant à grands traits comment, d'après mes études personnelles et d'après quelques autres travaux récents, il semble qu'il faille comprendre aujourd'hui la vision des Arthropodes.

Ce résumé était d'autant plus nécessaire que, depuis le dépôt du manuscrit de la quatrième partie (séance de l'Académie du 4 août 1888) et pendant la rédaction de la cinquième, John Lubbock a publié, sous le titre : *On the Senses, Instincts and Intelligence of Animals* (2), un

---

(1) Cet exposé ne concerne que les faits que je considère comme acquis. On trouvera les citations, les discussions, les observations de détails et les descriptions d'expériences dans les divers chapitres précédents.

(2) *International Scientific Series*, vol. LXV, 1888.

ouvrage que j'ai déjà cité à propos des Odonates (§ 63), ouvrage de vulgarisation fort intéressant, d'une lecture attachante qui, à la faveur du nom justement célèbre de l'auteur, tend, malheureusement, à perpétuer plusieurs notions me paraissant erronées (1).

---

(1) Laissant de côté les points qui me conduiraient à une discussion approfondie, je dois au moins signaler au lecteur les passages où Lubbock, en me citant soit d'une façon incomplète, soit d'après des travaux anciens, présente involontairement mes résultats sous un jour inexact :

Page 166, il reproduit l'interprétation de la théorie de Müller qui figure dans ma notice préliminaire de 1885, interprétation que j'ai rectifiée (quatrième partie, chapitre VIII, § 46).

Page 169, il me cite comme ayant adopté l'hypothèse de Grenacher, d'après laquelle aucune accommodation ne serait nécessaire, parce que l'image cornéenne peut se peindre à diverses hauteurs dans l'épaisseur du cône cristallin, alors que, dans une note du bas de la page, j'annonce que je combattrai cette théorie. Je suis revenu effectivement sur ceci (quatrième partie, § 47, pl. III, fig. 6).

Page 173, Lubbock décrit mes expériences primitives dans une chambre obscure et formule naturellement les critiques que j'ai exposées moi-même lors de mes nouvelles recherches (quatrième partie, chapitre IX et chapitre XII).

Page 177. Enfin l'auteur ne cite que ma notice préliminaire de 1885 à propos des yeux simples des Insectes parfaits, quoique la troisième partie, où figurent tant d'expériences démonstratives, lui fût connue, comme le prouve le passage où il parle de la vision des Chenilles.

§ 71. — *Yeux simples.*

Les Arthropodes privés d'yeux, tels que certaines Myriopodes, distinguent la lumière de l'obscurité.

Ces *perceptions dermatoptiques* existent très probablement chez la généralité des animaux articulés pourvus d'organes visuels ou non. Ce sont elles qui expliquent en grande partie les faits spéciaux présentés par les individus artificiellement aveuglés.

Chez les Arthropodes ne possédant que des yeux simples (Myriopodes, Aranéides, Scorpionides, Phalangides, Chenilles de Lépidoptères), la vue est, d'une façon générale, *fort mauvaise :* les uns, comme les Myriopodes, les Aranéides tendant des toiles, et les Phalangides, ne semblent percevoir la forme des corps à aucune distance; d'autres, comme les Aranéides chasseuses, les Scorpionides et les Chenilles, paraissent voir, mais *plus ou moins confusément*, les contours des objets. La distance où cette vision est la moins imparfaite est *toujours petite* (1 à 2 centimètres pour les Aranéides chasseuses, 1 à 2 $^1/_2$ centimètres pour le Scorpion commun d'Europe, 1 centimètre pour les Chenilles).

Un grand nombre d'Arthropodes n'ayant que des yeux simples, perçoivent, à l'aide de ces yeux, les déplacements des corps mobiles. Tous, du reste, suppléent à l'insuffisance de la vision en utilisant fort habilement des organes du toucher : les Myriopodes et les Chenilles emploient leurs antennes, les Chenilles velues ont des poils tactiles spéciaux (poils avertisseurs) portés par les premiers segments, les Aranéides font usage de leurs pattes, les Pha-

langides se servent surtout de leurs longues pattes de seconde paire; enfin, les Scorpions explorent à l'aide de leurs pinces (1).

Malgré l'absence de vision réellement distincte, c'est-à-dire de vision nette de la forme des objets, dans le sens où nous l'entendons pour les Vertébrés, trois causes principales : 1° la perception de la lumière (2) qui fait, par conséquent, reconnaître l'existence de corps éclairés à surface réfléchissante un peu grande et qui permet donc souvent à l'animal de se détourner à temps; 2° la perception des mouvements qui rend possibles la poursuite ou la capture d'une proie; 3° l'emploi incessant d'organes tactiles explorateurs, ont pour résultat que les Arthropodes à yeux simples circulent assez adroitement, pourvoient à leur subsistance et présentent parfois des allures telles qu'un observateur superficiel les croirait doués d'une bonne vue.

Lorsque l'Arthropode possède, à la fois, des yeux composés et des yeux simples (Ocelles frontaux des Hyménoptères, des Orthoptères, des Odonates, des Diptères, etc.), ces derniers organes sont d'une utilité à peu près nulle et ne permettent aux animaux que des perceptions très faibles dont ils ne savent pas se servir (3).

---

(1) On voudra bien remarquer qu'il ne s'agit pas ici de suppositions fantaisistes, telles que celles qu'on répète à propos de mœurs d'animaux dans les traités d'entomologie; tout ce que j'avance au sujet de l'emploi des organes tactiles auxiliaires est le résultat d'observations ou d'expériences personnelles.

(2) J'entends ici la perception de la lumière à l'aide des yeux.

(3) Je parle du cas où l'Arthropode chemine ou vole à *l'air libre.* En effet, A. Forel admet que, chez les Hyménoptères, les ocelles frontaux serviraient à une vue myope, c'est-à-dire à très courte

§ 72. — *Yeux composés des Insectes* (1).

L'Insecte muni d'yeux composés n'a pas la perception nette des formes; aussi n'arrive-t-il à circuler au milieu de corps immobiles qu'en utilisant soit des impressions d'ensemble, telles que celles qui résultent des ombres projetées sur le sol ou de la lumière réfléchie par des surfaces éclairées, soit des impressions tactiles, soit des impressions olfactives, soit, enfin, toutes ces impressions à la fois. Au point de vue fonctionnel, les yeux à facettes sont donc inférieurs aux yeux des Vertébrés.

Tandis que la perception complète des formes manque, celle des mouvements un peu rapides existe chez beaucoup d'Insectes, et principalement chez les Lépidoptères, les Hyménoptères, les Diptères et les Odonates. A des distances qui oscillent, suivant les types, de 58 centimètres à 2 mètres, ces animaux voient infiniment mieux les déplacements des objets d'un certain volume que ces objets eux-mêmes (2).

---

distance, dans la demi-obscurité des nids. Lubbock, op. cit., p. 181, a adopté la même hypothèse gratuite. N'ayant pas fait d'expériences spéciales dans ce sens et n'ayant pas le temps de m'en occuper actuellement, je laisse la question posée.

(1) J'espère pouvoir étudier expérimentalement la vision chez les Crustacés dès que les circonstances favorables me permettront de réaliser les installations nécessaires.

(2) Ces nombres sont des distances moyennes. Les chiffres propres à chaque espèce essayée se trouvent dans les tableaux des §§ 60, 61, 62 et 63.

En partant des données qui précèdent, ainsi que des résultats de l'observation directe, on peut décrire, de la façon suivante, ce qui doit se passer, *en général* (1), pour l'Insecte susceptible de voler.

L'animal circulant dans l'air à la perception très vive de l'ombre et de la lumière, de sorte que, sans distinguer, comme nous, les détails du paysage, il sait éviter les masses, telles que troncs d'arbres, arbustes, rochers, murailles, etc., et passe à distance convenable. Engagé, pour une cause quelconque, au milieu d'un taillis ou de tout autre groupe de végétaux, il profite, afin de continuer sa route, des solutions de continuité par où filtre le plus de lumière ou de celles qui, à éclat égal, lui semblent offrir la plus grande surface. Si le vent agite le feuillage, les ouvertures oscillent, mais grâce à la perception des mouvements, l'Insecte les voit alors mieux ; il décrit, en volant, des ondulations pour suivre la direction des déplacements et pour franchir les orifices sans se heurter.

Lorsque son mode d'alimentation exige qu'il visite certaines fleurs, il se porte vers celles-ci, tantôt avec sûreté, en se laissant guider par ses sensations olfactives seules, si son odorat est très développé, tantôt au hasard, si cet odorat est relativement obtus. Incapable de distinguer par les formes les fleurs différentes mais de même couleur, il se précipite vers les taches colorées que constituent, pour lui, les corolles ou les inflorescences, tournoie, hésite et ne se décide que lorsque la distance devenue

---

(1) J'essaie de tracer un tableau général et ne puis rentrer dans la description de cas particuliers.

assez faible lui permet de constater par l'odeur s'il a trouvé ou non ce qu'il cherchait.

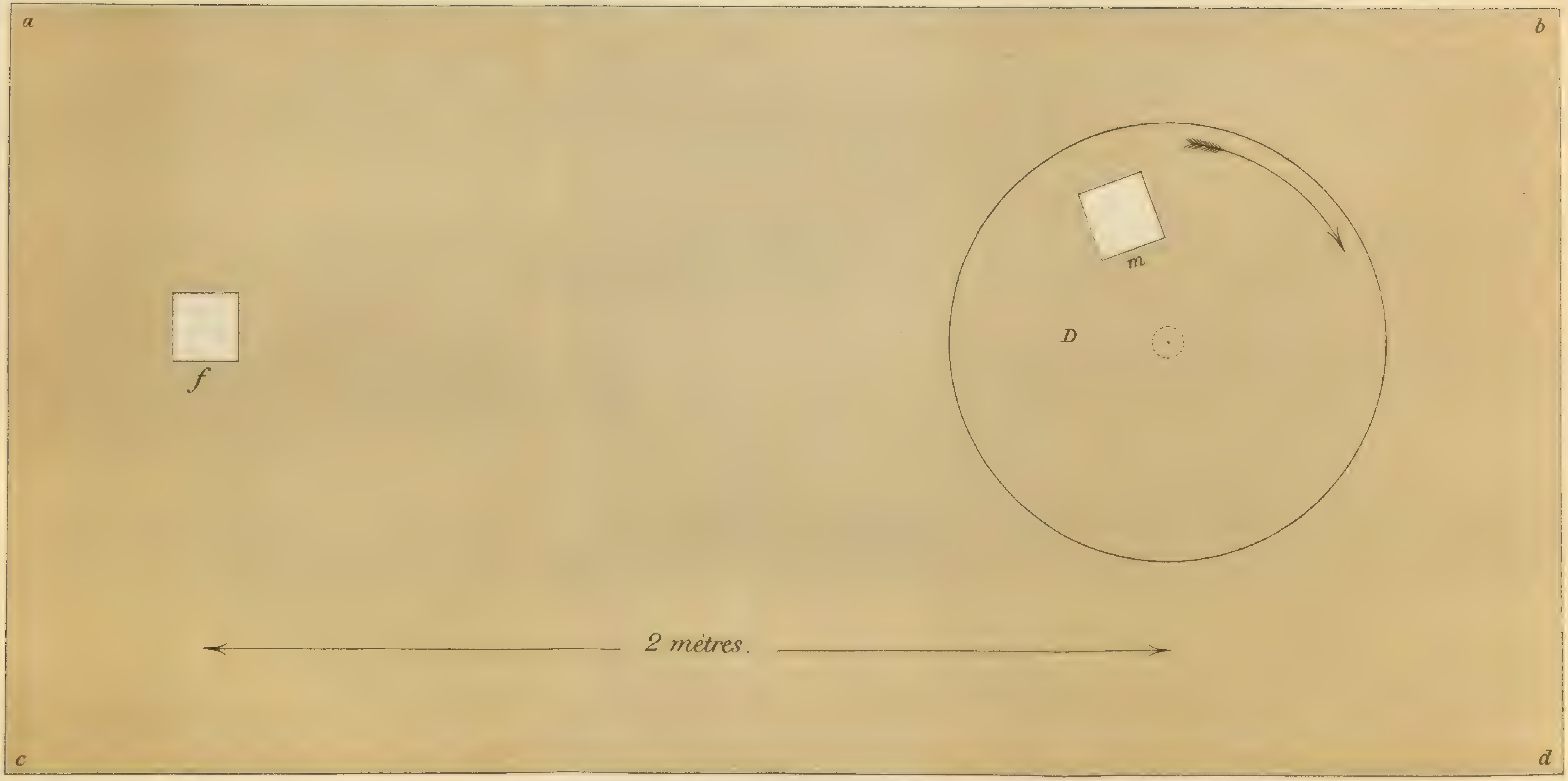
Lorsque l'Insecte se nourrit d'animaux vivants, ou a besoin de proies de ce genre pour ses larves futures, les mêmes causes amènent des faits analogues : si la proie habituelle est ordinairement immobile, l'Arthropode, qui ne saurait la reconnaître à sa forme, a recours à l'odorat et cherche en se servant de ce sens; si, au contraire, la proie est agile, court ou vole, l'Insecte carnassier l'aperçoit, lui donne la chasse et parvient à la capturer par suite de la perception des mouvements.

Chez l'Insecte qui visite les fleurs, comme chez l'Insecte carnassier, l'odorat seul ou l'odorat et la visibilité des mouvements assurent le rapprochement sexuel. Enfin, c'est encore la perception des mouvements qui avertit l'un et l'autre de l'approche d'un ennemi et qui permet la fuite à temps.

Ce résumé suffit pour faire comprendre comment, tout en n'ayant que des perceptions visuelles confuses pour les objets immobiles, les Insectes munis d'yeux à facettes se comportent fréquemment de façon à suggérer à celui qui n'analyse pas les phénomènes de près, l'idée que ces êtres ont une vue aussi nette que celle des Vertébrés.

Le lecteur qui conserverait des doutes n'a qu'a relire les diverses parties de mon travail où j'ai indiqué de quelle manière on parvient, en évitant les causes d'erreurs, à constater ce qui existe réellement, et s'il veut faire beaucoup mieux, s'il désire se former une conviction dans un sens ou dans l'autre, il observera les allures de quelques espèces ou répétera les principales expériences.

Je puis m'être trompé, je suis même persuadé que j'ai commis certaines fautes; je sais qu'une grande partie de



F. Plateau, ad. nat.

mes résulats heurtent des idées enracinées et qu'ils soulèveront des critiques; mais, dans l'intérêt de la science, il ne suffit pas de formuler des objections théoriques, *il faut prouver par des faits* qu'il y a erreur et en quoi l'erreur consiste.

C'est pourquoi, n'ayant moi-même rien avancé sans observation ou expérience préalables, je me permets de reproduire, en finissant, la phrase qui termine un de mes travaux antérieurs : « *On ne répond à des expériences physiologiques que par des expériences* (1). »

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

a, b, c, d. Ensemble des écrans appliqués devant les fenêtres de la chambre à expériences.

D. Disque tournant de 55 centimètres de diamètre.

m. Orifice mobile.

f. Orifice fixe.

La distance moyenne horizontale entre les deux orifices est 2 mètres.

La teinte de la figure reproduit à peu près exactement la couleur et le degré d'opacité des écrans employés.

---

(1) *Expériences sur le rôle des palpes chez les Arthropodes maxillés*, 1re partie (Bull. de la Société zoologique de France, t. X, 1885).

Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates; par L. Errera, correspondant de l'Académie, professeur à l'Université de Bruxelles.

Les appareils de démonstration qui occupent, en physiologie animale, une place si considérable sont assez peu employés jusqu'ici pour l'étude de la physiologie des plantes. Leur utilité, cependant, est incontestable; ils ne servent pas seulement à faciliter l'enseignement, ils peuvent encore, en exagérant et en rendant plus frappants certains détails des phénomènes, conduire parfois à des découvertes nouvelles.

I

On sait que la cellule végétale adulte présente, de dehors en dedans, la membrane de cellulose, l'utricule protoplasmique (avec le noyau) et le suc cellulaire. Grâce à son pouvoir osmotique, le suc cellulaire attire et absorbe l'eau ambiante, augmente de volume et exerce une pression sur l'utricule protoplasmique et la membrane de cellulose qui l'enveloppent. La cellule est ainsi distendue, comme un ballon gonflé. L'accroissement de volume s'arrête lorsque l'élasticité de l'utricule protoplasmique et de la membrane fait précisément équilibre au pouvoir

osmotique du suc cellulaire. A ce moment, un état de tension règne dans toute la cellule : elle est, comme on dit, *turgescente.*

Un appareil très simple (fig. 1), sorte de *cellule schématique,* peut servir à illustrer ces notions qui sont d'une grande importance dans l'enseignement de la physiologie végétale. Il se compose d'une ampoule en caoutchouc A, entourée d'un solide réseau en fil de soie et terminée à chaque bout par un petit tube rigide. Les branches du support métallique S, qui sont bifurquées à leur extrémité, reçoivent et maintiennent les tubes en question. L'un des tubes, T, est fermé; l'autre, T′, est creux et porte un robinet, V. On ouvre ce robinet et l'on injecte de l'air dans l'appareil par le tube T′, au moyen d'un petit insufflateur en caoutchouc B.

On comprend ce qui arrive. En insufflant de l'air, on gonfle l'ampoule qui s'applique contre le réseau et le tend à son tour. Mais celui-ci, peu extensible, s'oppose bientôt à tout accroissement nouveau de volume et le système est tendu, rigide, turgescent. On ferme alors le robinet V.

Trois facteurs déterminent la turgescence des cellules, comme Sachs le fait remarquer dans ses excellentes *Conférences de physiologie végétale* (1) :

« 1° Il importe, dit-il, que de l'eau soit sans cesse absorbée par la cellule, grâce aux actions endosmotiques des substances dissoutes dans le suc cellulaire, et c'est là la cause première de tout le phénomène ; 2° l'eau absorbée

---

(1) Sachs, *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie,* 2me éd., 1887, p. 577.

avec énergie dans la cellule ne doit pas, malgré la forte pression qu'elle exerce, en ressortir par filtration, et ce résultat est dû aux propriétés spéciales de l'utricule protoplasmique appliqué contre la membrane cellulaire; 3° l'utricule protoplasmique, à lui seul, s'oppose bien à la filtration, mais l'eau qui pénètre avec violence par endosmose finirait par le distendre de plus en plus, à la manière d'une bulle de savon, n'était la paroi de cellulose résistante et élastique dont il est entouré. En un mot, l'utricule protoplasmique résiste à la filtration, mais il est extrêmement extensible, et ce qui met un terme à son extension effective, c'est la faible extensibilité et la grande élasticité de la membrane cellulaire, qui, de son côté, se laisse facilement traverser par filtration. »

J'ai tenu à citer complètement ce passage pour que le lecteur se rende bien compte de la signification de notre schéma. Les trois facteurs se retrouvent dans l'appareil : le suc cellulaire est représenté par l'air insufflé, l'utricule protoplasmique par l'ampoule de caoutchouc, la membrane cellulaire par le réseau de soie. Quoique douée d'une élasticité bien supérieure à celle du protoplasme, l'ampoule, très extensible, se gonflerait de plus en plus, n'était le réseau de soie qui, par sa faible extensibilité et sa grande élasticité, met bientôt un terme au gonflement. D'un autre côté, le réseau seul laisserait échapper l'air, et c'est l'ampoule en caoutchouc qui s'oppose à la filtration du fluide emprisonné.

Dans l'appareil, comme dans la cellule, les diverses parties prises isolément n'offrent aucune résistance, et c'est de leurs réactions mutuelles que résulte la solidité de l'ensemble.

Là ne s'arrête pas l'analogie entre notre schéma et la cellule véritable.

Qu'arrive-t-il si l'on enlève de l'eau à une cellule turgescente, soit en l'exposant à l'évaporation, soit en l'immergeant dans une solution saline ou sucrée d'un pouvoir osmotique supérieur à celui du suc cellulaire? En perdant de l'eau, le suc cellulaire diminue de volume. Tout d'abord, membrane et protoplasme suivent cette diminution, et la cellule entière se rapetisse; mais bientôt la membrane, peu extensible, a atteint ses dimensions naturelles et son raccourcissement s'arrête, tandis que le protoplasme, très extensible, continue à suivre la diminution de volume du suc cellulaire. Il en résulte que le protoplasme se détachera peu à peu de la membrane et formera comme un sac isolé au centre de la cavité cellulaire. C'est le phénomène bien connu auquel de Vries a donné le nom de *plasmolyse.* Ajoutons que si l'expérience est conduite avec soin, la cellule reste vivante et il suffit de la plonger dans l'eau pure pour la ramener en peu de temps à son état primitif.

Revenons à notre appareil (fig. 1). Si nous ouvrons lentement le robinet V, l'air s'échappe petit à petit. Le réseau de soie et le ballon de caoutchouc suivent d'abord, ensemble, la diminution de volume de l'air (comme on le voit dans les figures 2 et 3) et restent appliqués l'un contre l'autre. Bientôt le réseau de soie, peu extensible, est arrivé à ses dimensions naturelles; mais le caoutchouc très extensible continue à revenir sur lui-même et se détache par conséquent du réseau : la plasmolyse a lieu (fig. 4).

II

Le second appareil se rapporte aux stomates. On sait que les stomates des plantes s'ouvrent ou se ferment suivant les conditions extérieures. Grâce au beau mémoire de Mohl (1) qui est demeuré classique, et aux recherches récentes de Schwendener (2), de Leitgeb (3) et d'autres, le mécanisme du mouvement des stomates est assez bien connu.

Nous rappellerons en deux mots qu'un stomate ordinaire est formé de deux cellules semi-lunaires ou, plus exactement, en forme de graine de haricot, — les cellules stomatiques — soudées l'une à l'autre par leurs extrémités, laissant entre elles, à leur partie moyenne, une fente — la fente stomatique — et encadrées par les cellules épidermiques environnantes. Sur une section transversale, perpendiculaire à la fente du stomate, chacune des deux cellules stomatiques présente en général une cavité cellulaire plus ou moins aplatie, souvent en forme de triangle étroit, à côtés inégaux, allongé dans le sens horizontal : les deux triangles sont tournés l'un vers l'autre par le sommet, tandis que les bases sont adossées aux cellules épidermiques voisines. La membrane des cellules stomatiques

---

(1) H. v. Mohl, Welche Ursachen bewirken die Erweiterung und Verengung der Spaltöffnungen? *Botan. Zeitung*, 1856, p. 697.

(2) Schwendener, Ueber Bau und Mechanik der Spaltöffnungen, *Monatsb. der k. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, 1881, p. 833.

(3) H. Leitgeb, Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsapparate, *Mittheil. aus dem bot. Inst. Graz*, 1886, I, p. 123.

est inégalement épaissie : mince dans la partie contiguë aux cellules épidermiques et dans l'étroite portion interne qui borde la fente stomatique, elle est partout ailleurs épaisse et rigide. Dans les cas où la section est triangulaire, on représentera aisément cette disposition, en disant que la membrane est mince au sommet et à la base du triangle et fortement épaissie le long des deux autres côtés.

C'est par un accroissement de turgescence que les cellules stomatiques s'écartent l'une de l'autre et ouvrent le stomate ; la lumière, en particulier, produit cet effet. Lorsque ces cellules sont, au contraire, flasques ou peu turgescentes, leurs bords internes arrivent au contact et le stomate se ferme.

Sans entrer dans les détails de ce mécanisme, que Schwendener a soigneusement étudié, on voit que les deux bandes épaissies, l'une supérieure, l'autre inférieure, doivent agir comme deux lames d'acier et chercher sans cesse à aplatir la cellule stomatique, la crête interne mince faisant l'office de charnière. La cellule vient-elle maintenant à se gorger d'eau et à accroître ainsi sa turgescence, une tendance inverse se manifestera, la cellule s'efforcera d'augmenter de volume, ce qui peut se faire de deux manières : par un changement de forme de la cellule (la surface de sa membrane restant constante) ou par une extension de la membrane elle-même. D'une part, en effet, la cellule, si elle est irrégulière et aplatie, tendra à passer à une forme régulière et la plus isodiamétrique possible, puisque le cercle est la plus grande de toutes les figures de même périmètre. D'autre part, en vertu de l'épaisseur variable de la membrane, les différents éléments de surface se distendront inégalement, comme

Mohl l'avait déjà compris (1) : le bord externe, convexe et mince de la cellule s'allongera le plus, tandis que les côtés qui sont épaissis, et la crête interne, plus courte que le bord externe et en outre gênée dans son extension par la soudure des cellules stomatiques l'une avec l'autre, s'allongeront beaucoup moins. Il résulte de cet inégal allongement que les cellules stomatiques se courberont, devenant concaves le long de la fente et augmentant de convexité du côté des cellules épidermiques qui les bordent; en même temps, au moins dans les cellules aplaties, on verra le diamètre vertical de la cellule augmenter, et le diamètre horizontal, c'est-à-dire la largeur, diminuer par suite de la tendance à la section circulaire (2). La courbure et la diminution de largeur des cellules auront toutes deux pour résultat d'ouvrir la fente du stomate.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 702.

(2) Mohl (*l. c.*, p. 719) indique très bien ces changements de diamètre : « Ganz constant nimmt bei Erweiterung der Spalte der in der Hälfte der Länge der Spaltöffnung gemessene Querdurchmesser der einzelnen Porenzelle ab, und bei Schliessung der Spalte in Zuckerwasser zu » ; et il cite plusieurs mesures à l'appui. Il ajoute, en note, qu'il arrive dans l'*Amaryllis*, après la fermeture du stomate, que les cellules stomatiques soient encore comprimées par les cellules épidermiques environnantes; il se pourra alors qu'on les trouve plus étroites dans le stomate fermé que dans le stomate ouvert. Mais ce n'est point là, dit-il, l'état ordinaire et normal. — Cette remarque de Mohl explique peut-être, au moins en partie, pourquoi Schwendener (*l. c.*, p. 844, 864, etc.) a souvent constaté un élargissement des cellules stomatiques pendant l'ouverture du stomate. Les chiffres de Leitgeb (*l. c.*, p. 131) viennent, du reste, confirmer ceux de Mohl.

Ces diverses particularités sont faciles à démontrer au moyen de l'appareil auquel je donnerai le nom de *stomate schématique* (1). La figure 6 le représente de face, la figure 7 de côté, au $^{1}/_{10}{}^{me}$ de la grandeur naturelle (2). Il se compose de deux grandes cellules en caoutchouc, A et A', soudées ensemble par leurs extrémités, libres au milieu, comme le montre la figure 8. Les cellules ne communiquent pas directement entre elles, mais chacune d'elles est en communication avec l'une des branches d'un tube en caoutchouc en forme d'Y, qui se termine en bas par un ajutage avec robinet *v*. Aux endroits *t*, *t'*, où ce tube débouche dans les cellules, on a eu soin d'y loger, avant de le souder aux cellules, de petits cylindres creux en plomb. C'est par ces deux portions rigides que le tout est fixé au support métallique S, analogue à celui de notre premier appareil.

---

(1) Dans un travail récent, dont je n'ai eu connaissance qu'après la lecture à l'Académie de la présente Note, R. Schäfer décrit un petit appareil ingénieux qui repose sur les mêmes principes que le mien (Schæfer, Ueb. des Einfluss des Turgors der Epidermiszellen auf die Funktion des Spaltöffnungsapparates, *Pringsheim's Jahrb*, XIX, 1888, 2tes Heft, p. 203). Mais nos deux appareils n'ont de commun que le principe, celui de Schäfer étant précisément destiné à expliquer le mouvement des stomates d'*Azolla*, tout différents des stomates ordinaires par leur structure et leur mécanisme.

(2) Cet appareil ainsi que le premier ont été construits avec beaucoup de soin, sur mes dessins, par la manufacture de caoutchouc Mairlot, 18, place Ste-Gudule, à Bruxelles, où on peut se procurer la *cellule schématique* au prix de fr. 14,50, et le *stomate schématique* au prix de 21 francs. L'*insufflateur* coûte 4 francs; il sert pour les deux appareils.

Les cellules A et A′ sont formées de feuilles de caoutchouc de 2 millimètres d'épaisseur; elles sont renforcées intérieurement par deux bandes de caoutchouc de même épaisseur *mn*, *op*, *m′n′*, *o′p′*, ainsi que l'indique la coupe (fig. 5). Ces bandes d'épaississement s'étendent sur presque toute la longueur de la cellule. La paroi a donc en réalité presque partout 4^{mm} d'épaisseur; elle n'est mince que le long de la fente stomatique en *no*, *n′o′*, et le long du bord libre en *mtp*, *m′t′p′*.

Les épaississements sont destinés à simuler plus ou moins exactement ceux qui existent dans les stomates véritables et, comme ceux-ci, ils se découbent et aplatissent la cellule quand la pression intérieure diminue. Quant à l'attache du stomate aux cellules épidermiques voisines, elle est imitée dans l'appareil par la fixation au support en *t* et *t′*.

Pour ne pas compliquer l'appareil sans nécessité, je ne l'ai pas fait entourer d'un réseau en fil de soie, comme on l'a vu pour la cellule schématique. Le réseau était destiné, on s'en souvient, à représenter la membrane de cellulose. Or, ce détail peut ici être négligé, d'autant que les feuilles épaisses de caoutchouc sont par elles-mêmes suffisamment élastiques et suffisamment peu extensibles. La paroi en caoutchouc de notre stomate correspond donc à la fois au caoutchouc et au réseau de soie du premier appareil, c'est-à-dire qu'elle représente et l'utricule de protoplasme et la membrane cellulaire.

Après avoir ouvert le robinet *v* (fig. 6), on comprime de l'air dans l'appareil au moyen de l'insufflateur B. Grâce à la bifurcation du tube en Y, cet air se répand d'une manière uniforme dans les deux cellules A et A′. A

mesure que leur turgescence augmente, elles se gonflent, se rétrécissent un peu et s'incurvent (absolument comme il a été expliqué pour les cellules stomatiques réelles) et le stomate s'ouvre : la figure 8 le montre dans cet état, vu de face, la figure 9, de côté. Lorsque le stomate est bien ouvert, on arrête l'insufflation et on ferme le robinet.

Les chiffres suivants donneront une idée des changements de dimensions des cellules A et A', qui amènent l'ouverture du stomate artificiel. Les mesures ont été prises au compas quand cela était nécessaire; elles sont exprimées en millimètres.

	Stomate fermé, non turgescent (fig. 6, 7).	Stomate ouvert, turgescent (fig. 8, 9).
Largeur totale de l'appareil de *t* à *t'*. . . .	144 mm.	133 mm.
Largeur de chaque cellule A et A'.	72	61,5
Épaisseur de chaque cellule à sa partie moyenne *cd* (fig. 5)	19 (¹)	49
Largeur de la fente stomatique à sa partie moyenne.	0	10

On ne saurait avoir la prétention de réaliser avec un

(¹) En comprimant les cellules de l'appareil et en chassant tout l'air qu'elles renferment, il est possible de réduire leur épaisseur encore davantage, jusqu'à 8,5 mm. environ. Le chiffre de 19 mm. se rapporte aux cellules qu'on a laissées revenir librement sur elles-mêmes, après l'ouverture du robinet.

appareil tous les menus détails qui peuvent s'observer dans le mouvement des stomates vivants. Cela va de soi. Il ne s'agit que d'un schéma. Mais on voit que ce schéma reproduit bien le phénomène dans ses traits essentiels et en quelque sorte typiques.

Schwendener attache une grande importance à la position des deux bandes d'épaississement de la cellule stomatique ; il insiste sur ce fait qu'elles sont généralement rapprochées de la fente du stomate et éloignées par conséquent des cellules épidermiques voisines. Il voit là un facteur essentiel de la courbure des cellules stomatiques sous l'influence d'une augmentation de turgescence, une cellule ainsi construite devant s'allonger davantage sur sa face externe et mince, que du côté interne où sont les épaississements (1). La remarque est assurément fondée; mais peut-être le savant botaniste de Berlin lui donne-t-il une portée excessive, quand il ajoute que la courbure des cellules stomatiques est « complètement exclue ou du moins rendue très difficile » dans les cas où les bandes d'épaississement sont placées symétriquement par rapport au grand axe de la cellule. La courbure ne serait ici possible, d'après lui, que par la pression des cellules stomatiques contre les membranes de l'épiderme situées en haut et en bas, c'est-à-dire aux extrémités de l'axe longitudinal du stomate. Cette courbure se ferait alors par une sorte d'écrasement des cellules stomatiques, à la façon d'une colonne trop chargée qui cède et s'infléchit au milieu de sa hauteur (2).

---

(1) Schwendener, *l. c.*, pp. 837-838, 851, 859.

(2) *L. c.*, p. 838-839.

Or, dans notre appareil, les deux épaississements ont une disposition sensiblement symétrique : l'un (*mn*, *m'n'*, fig. 5) est rapproché du bord interne, l'autre (*op*, *o'p'*,) du bord externe de la cellule ; il n'y a pas de cellules épidermiques aux deux bouts du grand axe du stomate, et cependant la courbure se produit chaque fois que la turgescence augmente. La soudure des deux cellules suffit à gêner l'extension de leur bord interne et à donner la prépondérance au bord extérieur. Ajoutons qu'en vertu de la forme des cellules stomatiques, le bord extérieur est plus long que l'autre et doit déjà, pour cette raison, s'allonger davantage en grandeur absolue. En un mot, le bord interne reste en arrière dans l'allongement et devient concave, à la fois parce qu'il est le plus court et parce qu'il est le moins libre.

Il me reste à signaler un dernier fait que le stomate schématique met en lumière. Si, au lieu de s'arrêter à la phase représentée par les figures 8 et 9, on continue d'injecter de l'air au moyen de l'insufflateur, les deux cellules se rapprochent de nouveau, la courbure de la fente s'efface de plus en plus et le stomate finit par se refermer complètement (fig. 10 et 11). Cela se comprend : les cellules ayant atteint une section à peu près circulaire, l'augmentation de volume se traduira par un accroissement de leur diamètre en tous sens. En outre, toujours en vertu de la tendance à prendre la forme la plus régulière possible, la courbure des cellules stomatiques dans le sens

longitudinal doit diminuer (comme dans le tube du manomètre de Bourdon), aussitôt que la pression intérieure suffit à vaincre la résistance opposée par la soudure des deux cellules.

Voici les mesures qui se rapportent à cette fermeture du stomate artificiel par turgescence extrême :

	Stomate refermé, extrêmement turgescent (figures 10, 11).
Largeur totale de l'appareil de t à t'.	144 mm.
Largeur de chaque cellule A et A'	72
Épaisseur de chaque cellule à sa partie moyenne *cd* (fig. 5).	72
Largeur de la fente stomatique à sa partie moyenne . .	0

On voit que la section des cellules est maintenant exactement circulaire et que leur largeur est redevenue égale à ce qu'elle était au début de l'expérience (72 mm.).

Si donc nous supposons le stomate ouvert au maximum, comme le montrent les figures 8 et 9, nous dirons que la fente peut se rétrécir aussi bien par une augmentation que par une diminution de turgescence.

C'est précisément ce qui se voit dans beaucoup de stomates naturels. Les stomates d'une feuille demi-fanée d'*Amaryllis*, par exemple, sont tous fermés par suite de la diminution de turgescence que la perte d'eau amène. Si l'on met un fragment d'une telle feuille dans de l'eau, les cellules stomatiques en absorbent et les stomates sont

ouverts au maximum au bout de 5 minutes environ ; mais après une action plus prolongée, les fentes stomatiques se rétrécissent et se ferment de nouveau tout à fait (1). Leitgeb (2) a signalé un grand nombre de faits analogues, et Sachs résumait récemment l'état de la question dans les termes suivants: La fermeture des stomates se fait surtout par manque d'eau, mais aussi, dans certaines circonstances, par excès d'eau (3).

A première vue, notre appareil rend parfaitement compte des deux phénomènes. Il faut toutefois se garder de conclure trop vite de l'identité des effets à la similitude des causes. Pour la fermeture par défaut de turgescence, le mécanisme, nous l'avons expliqué, est bien le même dans le stomate artificiel et dans les stomates véritables; mais pour le second cas, il ne semble pas qu'il en soit ainsi.

Suivant Mohl et Leitgeb, en effet, la fermeture par excès de turgescence n'est pas due à l'action des cellules stomatiques elles-mêmes. Elle provient d'un antagonisme entre les cellules stomatiques et les cellules épidermiques voisines: celles-ci finissent par se gorger d'eau plus fort que celles-là, leur turgescence l'emporte, elles compriment le stomate et le forcent à se fermer. Cette interprétation est sans doute exacte d'une façon générale, car, si l'on détruit les cellules épidermiques en laissant les stomates intacts, l'accroissement de turgescence produit dans tous les cas un élargissement de la fente stomatique. Cependant,

---

(1) Mohl, *l. c.*, p. 715.

(2) *L. c.*, p. 175 sqq.

(3) Sachs, *Vorlesungen*, 2me éd., p. 232.

sans entrer ici dans la discussion approfondie du problème, on doit se demander si les stomates ne présentent rien de comparable à la fermeture de notre appareil par turgescence extrême.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1-4. *Cellule schématique* : $^1/_{10}$ grand. nat. D'après des photographies. La figure 1 représente l'appareil gonflé; les figures 2, 3, montrent les phases successives du dégonflement, jusqu'à la plasmolyse (fig. 4). — A, ampoule en caoutchouc avec réseau en fil de soie; T, T', tubes; V, robinet; S, support métallique; B, insufflateur.

Fig. 5-11. *Stomate schématique*. Les figures 6-11 sont d'après des photographies. — Fig. 5 Coupe théorique à travers la partie moyenne de l'appareil à demi-gonflé ($^1/_5$ grand. nat.) : *mn*, *op*, *m'n'*, *o'p'*, bandes d'épaississement en caoutchouc; *t*, *t'*, tubes; *cd*, diamètre vertical (épaisseur) de la cellule en caoutchouc.

Fig. 6 et 7. $^1/_{10}$ grand. nat. Appareil fermé, non turgescent (fig. 6 de face, fig. 7 de côté). A, et A', les deux cellules en caoutchouc; *t*, *t'*, tubes; *v*, robinet; S, support métallique; B, insufflateur.

Fig. 8 et 9. $^1/_{10}$ grand. nat. Appareil ouvert, modérément turgescent (fig. 8 de face, fig. 9 de côté).

Fig. 10 et 11. $^1/_{10}$ grand. nat. Appareil refermé par turgescence extrême (fig. 10 de face, fig. 11 de côté).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

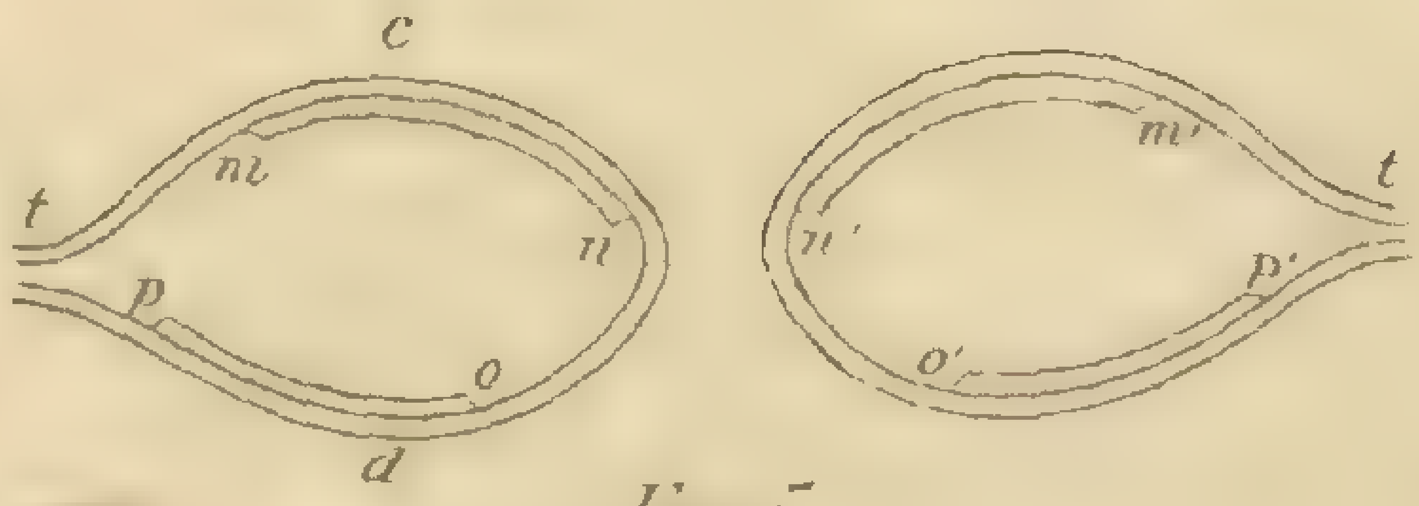


Fig. 5.

Fig. 4.

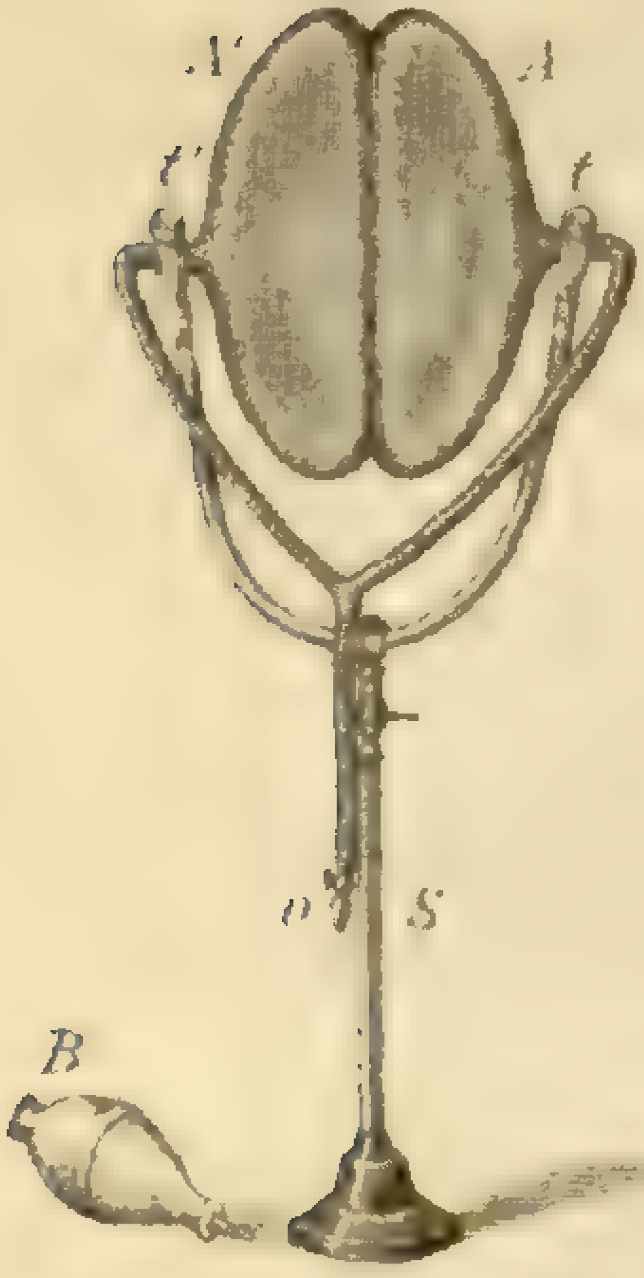


Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 10.

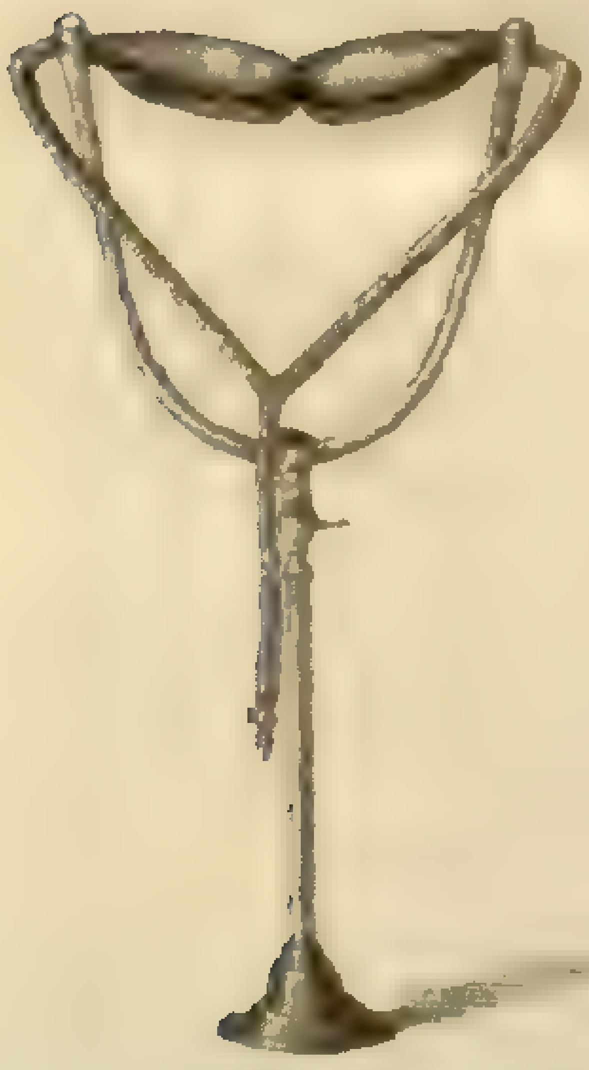


Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 11.

Lith. G. Severeyns. L. Errera, phot.

Sur quelques phosphates et arséniates doubles;
par L. Chevron et A. Droixhe, à Gembloux.

D'après le Dictionnaire de Ad. Wurtz (13e fascicule, page 276) et l'Encyclopédie chimique de M. Fremy (tome III, 4e cahier, *métaux alcalino-terreux*, p. 136), on obtiendrait le phosphate magnésico-potassique $PhO^4\,Mg\,K + 6\,H^2O$, en dissolvant de la magnésie dans du phosphate monopotassique. Après quelques jours, le sel double cristalliserait en aiguilles rhomboïdales aplaties.

Désirant posséder ce phosphate double en vue de réactions à effectuer, nous avons essayé d'appliquer le procédé de préparation ci-dessus.

Essai 1.

A une solution de phosphate monopotassique on ajoute de la magnésie calcinée en quantité telle que le liquide ne précipite pas immédiatement. Il y a précipitation immédiate lorsque la quantité de magnésie est un peu notable, quoique inférieure à la quantité théoriquement nécessaire à la formation du phosphate magnésico-potassique.

Le liquide, étant légèrement trouble, a été filtré. La cristallisation a commencé après quelques heures. Des cristaux en aiguilles se sont formés dans une liqueur acide. Recueillis au bout de quelques jours, lavés rapidement sur le filtre, puis séchés à 99°-100° à l'étuve de Gay-Lussac, ils ont été soumis à l'analyse. Une portion a

servi à doser l'eau par perte au feu. Une autre portion a été dissoute par HCl, puis on a ajouté de l'ammoniaque. Le phosphate ammoniaco-magnésien précipité a été séparé par filtration et transformé en pyrophosphate comme à l'ordinaire. On n'a trouvé dans le liquide filtré que des traces de potasse et une minime quantité d'acide phosphorique et de magnésie, parce que le phosphate ammoniaco-magnésien n'est pas absolument insoluble dans la solution de chlorure d'ammonium.

Résultats :

Eau	= 36.35
Pyrophosphate de magnésium. .	= 63.41
	99.76

La composition rapportée à une molécule (142) de Ph^2O^5 serait :

Ph^2O^5 . . .	= 142
MgO . . .	= 80
H^2O. . . .	= 127.2

De là la formule :

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ H^2O + 6\,H^2O.$$

Les cristaux analysés ne sont donc que du phosphate bimagnésique.

Essai 2.

Au lieu de magnésie calcinée, on a employé de l'hydrate de magnésium fraîchement précipité et dont on a fait varier la quantité.

A. A la solution du phosphate monopotassique on ajoute une faible quantité d'hydrate. La cristallisation commence après quelques heures. Les cristaux, séchés à l'étuve de Gay-Lussac, ont la composition :

Eau	= 34.19		Ph^2O^5. .	= 142
Pyrophosphate de magnésium . .	= 65.20	ou	MgO . .	= 80
	99.39		H^2O . .	= 116.4

C'est encore du phosphate bimagnésique :

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ H^2O + 5\tfrac{1}{2}\ H^2O.$$

B. La quantité d'hydrate de magnésium est plus considérable. Elle est ajoutée petit à petit jusqu'à commencement de précipitation. La réaction du liquide reste acide. On filtre et abandonne le liquide au repos dans un bocal bouché. La cristallisation s'est faite rapidement. Les cristaux ont été séchés à une douce chaleur (l'entonnoir qui les contenait après filtration a été placé sur la plate buse du poêle du laboratoire). Leur analyse a donné les résultats :

Eau	= 54.30		Ph^2O^5. .	= 142
Pyrophosphate de magnésium . .	= 45,11	ou	MgO . .	= 80
	99,41		H^2O . .	= 267.2

Formule : $Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ H^2O + 14\ H^2O.$

C. On a employé une quantité d'hydrate de magnésium calculée pour former, avec le phosphate monopotassique, le $Ph^2O^5, 2MgO, K^2O$.

Mais avant que l'hydrate fût complètement dissous, il s'est formé un volumineux precipité cristallin qui a entraîné la magnésie restée en suspension.

La réaction du liquide est toujours acide. On filtre et lave rapidement le précipité. Séché à 100°, il contient :

Ph^2O^5. . .	= 45.48		Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 27.56	ou	MgO . . .	= 86
H^2O . . .	= 26.87		H^2O . . .	= 84
	99.91			

Le phosphate bimagnésique ne renferme que MgO = 80; l'excédent trouvé (86 — 80 = 6) est incontestablement dû à la magnésie qui était en suspension dans le liquide lorsque le phosphate s'est précipité.

Le filtratum, provenant de la séparation du précipité ci-dessus, a été abandonné à une nouvelle cristallisation. Il s'est déposé sur les parois du vase de petits cristaux dont la quantité fut à peine suffisante pour en faire l'analyse :

Eau	= 36.68		Ph^2O^5. .	= 142
Pyrophosphate de magnésium . .	= 62.86	ou	MgO . .	= 80
			H^2O . .	= 129,5
	99.54			

Ces chiffres conduisent encore au phosphate bimagnésique :

$$Ph^2O^5, 2\,MgO, H^2O + 6\,H^2O$$

Conclusion. — Les essais précédents permettent de conclure qu'il est impossible, en suivant les seules indi-

cations des traités ci-dessus mentionnés, de préparer du phosphate potassico-magnésien. On n'obtient, en traitant le phosphate monopotassique par la magnésie calcinée ou l'hydrate magnésique, que le phosphate bimagnésique.

Production de phosphates magnésico-potassiques en milieu alcalin.

L'un de nous a montré (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. L, n° 8, août 1880) que lorsque les vaches reçoivent une nourriture riche en acide phosphorique et en potasse, et relativement pauvre en chaux, leur urine laisse cristalliser un phosphate double de magnésium et de potassium. Considérant que la réaction de l'urine de vache est alcaline et due au bicarbonate potassique, l'idée nous est venue de faire intervenir ce dernier sel dans la préparation du phosphate double.

Essai 3.

On a mis en présence :
le phosphate monopotassique;
le sulfate magnésique;
le bicarbonate potassique.

Les quantités des deux premiers sels sont dans un rapport tel que, pour une molécule de Ph^2O^5, il y a deux molécules de MgO.

Le bicarbonate est en excès.

Phosphate monopotassique	= 12 grammes.
Sulfate magnésique (à 51.22 % d'eau).	= 21.705 —
Bicarbonate potassique.	= 35.000 —

On réunit les solutions de sulfate et de bicarbonate; puis on ajoute la solution de phosphate dont l'acidité détermine un dégagement de CO^2. On fait un volume de 500 c. c. Après quelques instants, l'agitation aidant, formation d'un précipité cristallin. Les cristaux sont jetés sur un filtre et, après égouttage, on fait passer une seule fois de l'eau rapidement pour déplacer l'eau-mère restée emprisonnée dans la masse cristalline. Dessiccation à 99°-100° (étuve de Gay-Lussac). L'analyse a donné les résultats.

Ph^2O^5 . .	= 41.64		Ph^2O^5 . .	= 142 00
MgO . . .	= 25.82	ou	MgO . . .	= 81.23
K^2O . . .	= 17,91		K^2O . . .	= 61.08
H^2O . . .	= 16.19		H^2O . . .	= 55.21
	99.56			

Ce qui conduit à la formule

$$3\ Ph^2O^5,\ 6\ MgO,\ 2\ K^2O,\ 9\ H^2O.$$

L'eau-mère, conservée pendant trois jours, a laissé déposer de petits cristaux peu abondants qui ont été lavés et séchés comme ci-dessus. Voici leur composition :

Ph^2O^5 . .	= 42.24		Ph^2O^5 . .	= 142.00
MgO . . .	= 24.07	ou	MgO . . .	= 80.90
K^2O . . .	= 18.62		K^2O . . .	= 62.60
H^2O . . .	= 14.85		H^2O . . .	= 49.90
	99.78			

A la quantité d'eau près, c'est sensiblement la composition du sel de précipitation immédiate.

Essai 4.

Mêmes poids de phosphate, sulfate et bicarbonate qu'à l'essai 3. Mais on porte le volume total de liquide à 1,300 c.c. pour que la cristallisation soit lente.

Formation de petits cristaux qui ont augmenté notablement de volume. On les lave et dessèche comme à l'essai 3.

Analyse :

Ph^2O^5. . .	= 43.03	ou	Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 24.49		MgO . . .	= 80.8
K^2O . , .	= 14.04		K^2O . . .	= 46.3
H^2O . . .	= 18.40		H^2O . . .	= 60.8
	99.96			

Formule : 2 Ph^2O^5, 4 MgO, K^2O, 7 H^2O.

Essai 5.

On réduit de moitié les poids de sulfate et de bicarbonate :

Phosphate monopotassique. .	= 12 grammes.
Sulfate magnésique	= 10.852 —
Bicarbonate potassique . . .	= 18.00 —

Volume total de liquide = 350 c. c.

La précipitation est immédiate. Après que la masse cristalline se fut bien égouttée sur le filtre, on en prit une portion qui fut soigneusement exprimée entre des

doubles de papier à filtrer pour absorber l'eau-mère adhérant aux cristaux. Cette portion, après dessiccation à l'étuve comme à l'ordinaire, a présenté la composition :

Ph^2O^5. . .	= 42.56	ou	Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 24.27		MgO . . .	= 80.9
K^2O . . .	= 18.24		K^2O . . .	= 60.9
H^2O . . .	= 14.71		H^2O . . .	= 49.1
SO^3 et CO^2 .	= faible réaction.			
	99.78			

c'est celle du sel obtenu à l'essai 3.

Un changement dans les quantités respectives de sulfate magnésique et de phosphate monopotassique mises en présence, n'a pas amené de modification dans la composition du phosphate double de précipitation immédiate.

Nous avons donc produit, en milieu alcalin, au moyen d'un sel magnésien et du phosphate potassique, deux phosphates doubles nouveaux :

l'un

$$3\,Ph^2O^5,\ 6\,MgO,\ 2\,K^2O,\ 9\,H^2O$$

se précipite rapidement en solution concentrée;

l'autre

$$2\,Ph^2O^5,\ 4\,MgO,\ K^2O,\ 7\,H^2O$$

cristallise lentement en solution étendue.

Ces sels sont dissociés par l'eau avec facilité; c'est pourquoi, pour les débarrasser de l'eau-mère, il faut, comme cela a été indiqué plus haut, les laver une seule fois avec de l'eau filtrant rapidement, ou bien les exprimer entre des feuilles de papier à filtrer. Cette particula-

rité nous avait échappé au début de nos essais. Aussi les cristaux que nous obtenions étaient-ils altérés par le lavage prolongé auquel nous les soumettions, et leur analyse fournissait des résultats qu'il était impossible de traduire en formule suffisamment simple. Nous avions bien constaté que l'eau de lavage des cristaux, si loin que le lavage fût poussé, présentait une réaction alcaline persistante et accusait la présence de l'acide phosphorique, de la magnésie et de la potasse. Ce fait nous l'attribuïons à une légère solubilité du sel. Mais il est réellement dû, comme l'attestent les expériences suivantes, à la dissociation provoquée par l'eau.

1° 5 Grammes (correspondant à 2gr375 de matière anhydre) de phosphate double cristallisé en solution étendue (comme dans l'essai 4), mais déjà plus ou moins altéré par un lavage prolongé sur le filtre, ont été mis au contact de 200 c. c. d'eau. Après 24 heures, l'eau contenait en dissolution :

Ph^2O^5 . . .	= 0,195 gr.	ou	Ph^2O^5 . . .	= 142
MgO . . .	= 0,018		MgO . . .	= 13.1
K^2O . . .	= 0,210		K^2O . . .	= 153
	0,423			

L'eau a donc surtout enlevé au sel double les éléments d'un phosphate potassique. Et, comme c'était à prévoir, la matière restée insoluble contenait, pour le même poids de Ph^2O^5 (142), plus de magnésie et moins de potasse que la matière primitive.

2° On a vu à l'essai 5, qu'une portion de phosphate double de précipitation immédiate avait été, avant d'être analysée, exprimée entre des feuilles de papier à filtrer.

Sur l'autre portion, restée dans le filtre, on a fait passer de l'eau une seule fois pour la débarrasser de l'eau-mère, puis la masse humide a été pressée entre des doubles de papier jusqu'à ce que celui-ci ne se mouillât plus.

La matière, après dessiccation à 99°-100°, avait la composition :

Ph^2O^5. . .	= 44.00		Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 25.11	ou	MgO . . .	= 81.0
K^2O . . .	= 14.88		K^2O . . .	= 48.0
H^2O . . .	= 16.00		H^2O . . .	= 50.1

Si l'on compare cette analyse à celle de l'essai 5, on conclut que la première eau de lavage, qui ne fait que déplacer l'eau-mère de cristallisation, a déjà décomposé le sel et enlevé surtout de la potasse. C'est pourquoi, quand on a recours au lavage sommaire et prompt des cristaux, comme nous l'avons fait aux essais 3 et 4, il faut dessécher par la chaleur seule la matière restée dans le filtre. On retrouve ainsi à l'analyse la partie qui a pu se séparer.

Essais de préparation du phosphate magnésico-sodique et du phosphate magnésico-lithique.

Essai 6.

Le Dictionnaire de Wurtz et l'Encyclopédie de Fremy renseignent que le phosphate magnésico-sodique s'obtient en dissolvant de la magnésie dans une solution de phosphate monosodique. Nous avons employé de l'hydrate magnésique que nous avons dissous jusqu'à refus dans la solution de phosphate.

La cristallisation a été lente et peu abondante. Cristaux en aiguilles ayant la composition :

Ph^2O^5 . . .	= 39.81		Ph^2O^5 . . .	= 142
MgO . . .	= 22.75	ou	MgO . . .	= 81.1
H^2O . . .	= 36.80		H^2O . . .	= 131.2
	99.36			

Formule : Ph^2O^5, 2 MgO, H^2O + 6½ H^2O.

On a donc encore obtenu le phosphate bimagnésique comme aux essais 1 et 2, exécutés en vue d'obtenir le phosphate magnéso-potassique.

Essai 7.

On opère dans un milieu alcalin :

Phosphate monosodique. . .	=	6 grammes.
Sulfate magnésique	=	4,705 —
Bicarbonate sodique	=	10,000 —

La dissolution est suffisamment concentrée pour précipiter par l'agitation. Les petits cristaux grenus obtenus sont desséchés à une douce chaleur ; composition :

Ph^2O^5 . . .	= 23.81		Ph^2O^5 . . .	= 142
MgO . : .	= 19.53	ou	MgO . . .	= 116.5
H^2O . . .	= 56.70		H^2O . . .	= 338.1
	100.04			

Formule : Ph^2O^5, 3 MgO + 19 H^2O.
Phosphate trimagnésique.

Essai 8.

Mêmes poids qu'à l'essai précédent, mais solution étendue pour obtenir une cristallisation lente. La cristallisation dure 10 jours. Cristaux peu abondants.

Contiennent :

Ph^2O^5. . .	= 24.37		Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 21.02	ou	MgO . . .	= 122.4
H^2O . . .	= 54.56		H^2O . . .	= 317.9
	99.93			

Formule : Ph^2O^5, 3 MgO + 18 H^2O.

Conclusion. — Que l'on opère dans un milieu acide ou un milieu alcalin, le sel cristallisé n'est pas le phosphate magnésico-sodique. C'est le phosphate bimagnésique dans le premier cas, et le phosphate trimagnésique dans le second.

Essai 9.

Nous avons aussi essayé d'obtenir d'une manière analogue, mais sans plus de succès, le phosphate magnésico-lithique.

Du phosphate de lithium (1) et du carbonate de lithium ont été dissous dans l'eau par un courant d'acide carbonique. Au liquide clair on a ajouté la solution de sulfate

(1) Renfermant : Ph^2O^5 = 61.11. — H^2O = 6.62. — Li^2O = 33.27 (par différence).

magnésique. Formation lente de petits cristaux grenus sur les parois du vase et de cristaux en aiguilles dans le liquide. Les cristaux sont peu abondants. Durée de la cristallisation : 15 jours.

Composition :

Ph^2O^5. . .	= 40.18	ou	Ph^2O^5. . .	= 142
MgO . . .	= 33.03		MgO . . .	= 116.7
H^2O . . .	= 26.67		H^2O . . .	= 94.1
	99.88			

Ce qui conduit à la formule : Ph^2O^5, 3 MgO, $5\frac{1}{4}$ H^2O.

Comme le sodium, le lithium ne fournit donc que le phosphate trimagnésique.

Production de deux arséniates magnésico-potassiques.

Vu les analogies existant entre le phosphore et l'arsenic, nous avons cherché à étendre à l'acide arsénique les réactions précédentes et à produire des arséniates doubles correspondant aux phosphates doubles qui viennent d'être décrits.

Essai 10.

On ajoute petit à petit de la magnésie à une solution d'arséniate monopotassique, de manière à ne pas avoir de précipitation immédiate. On filtre et abandonne à la cristallisation. Celle-ci se fait lentement. Les cristaux sont peu abondants. On leur fait subir un léger lavage pour éviter la dissociation et on les dessèche à 100°.

Composition :

As^2O^5 . . .	= 51.70	ou	As^2O^5 . . .	= 230
MgO . . .	= 17.99		MgO . . .	= 80
K^2O . . .	= 10.43		K^2O . . .	= 46.40
H^2O . . .	= 19.57		H^2O . .	= 87.06
	99.69			

Formule : 2 As^2O^5, 4 MgO, K^2O, $9\frac{2}{3}$ H^2O.

Essai 11.

Arséniate monopotassique	= 12	grammes.
Sulfate magnésique (à 51.22 °/₀ d'eau).	= 16.4	—
Bicarbonate de potassium.	= 20	—

On mélange d'abord les solutions de sulfate et de bicarbonate. On ajoute ensuite l'arséniate dissous. Le volume total de liquide est de 300 c. c. La précipitation est immédiate. Les cristaux sont égouttés sur un filtre. — Léger lavage — Dessiccation à 100°.

Renferment :

As^2O^5 . . .	= 54.09	ou	As^2O^5 . . .	= 230
MgO . . .	= 19.11		MgO . . .	= 81.2
K^2O . . .	= 7.96		K^2O . . .	= 33.8
H^2O . . .	= 18.58		H^2O . . .	= 79.4
	99.74			

On peut accepter la formule

3 As^2O^5, 6 MgO, K^2O, 13 H^2O

pour représenter ces résultats.

Ce sel contiendrait donc As^2O^5, 2MgO de plus que celui obtenu à l'essai précédent.

Essai 12.

Mêmes poids des trois sels qu'à l'essai 11. Mais le volume total de liquide est porté à 1200 c. c. pour obtenir une cristallisation lente.

Les cristaux sont assez abondants. On les recueille après 10 jours. Lavage léger sur le filtre.

Contiennent :

As^2O^5 . . .	= 49.85		As^2O^5 . . .	= 230
MgO . . .	= 17.53	ou	MgO . . .	= 80.8
K^2O . . .	= 10.69		K^2O . . .	= 49.3
H^2O . . .	= 21,61		H^2O . . .	= 99.7

A part la teneur en eau, ce sel a la même composition que celui obtenu à l'essai 10 :

$$2\,As^2O^5,\ 4\,MgO,\ K^2O,\ 11\,H^2O.$$

On voit que l'arséniate double, formé en solution étendue, correspond au phosphate double formé dans les mêmes conditions. Mais celui précipité en solution concentrée contient K^2O de moins que le phosphate préparé de la même manière.

On remarquera aussi que la magnésie, qui, au contact du phosphate monopotassique, n'a pas donné de phosphate double, fournit, en agissant sur l'arséniate, un arséniate double de même composition que celui formé en solution étendue.

Tout ce qu'on a dit de la dissociation des deux phosphates ammoniaco-magnésiens provoquée par l'eau, s'applique aux deux arséniates doubles. Le phénomène nous a paru même plus accentué qu'avec les phosphates.

Essai de préparation de l'arséniate magnésico-sodique.

On a mis en solution :

Soude caustique . . .	= 5.00	grammes.
Acide arsénique . . .	= 18,87	—

pour former l'arséniate monosodique.

A ce liquide on a ajouté une solution contenant :

Sulfate de magnésium (à 51,22 °/₀ d'eau).	= 30,75	grammes.
Bicarbonate sodique	= 50.00	—

Le volume total du mélange est de 700 c. c.

On a obtenu de belles aiguilles transparentes qui sont devenues opaques.

Composition :

As^2O^5. . .	= 49.05		As^2O^5. . .	= 230
MgO . . .	= 24.05	ou	MgO . . .	= 115
H^2O . . .	= 26 12		H^2O . . .	= 122
	99.22			

On peut considérer ce sel comme un arséniate trimagnésique

$$As^2O^5,\ 3\,MgO,\ 6\tfrac{1}{2}\,H^2O.$$

En rapprochant ce résultat de celui de l'essai 8, on constate que, dans les conditions où le potassium laisse cristalliser un arséniate ou un phosphate double, le sodium s'y refuse et ne laisse déposer que le sel magnésique tribasique.

Composition de l'arséniate ammoniaco-magnésien desséché à 100°.

L'arséniate ammoniaco-magnésien préparé comme à l'ordinaire (précipitation d'un arséniate soluble par la mixture magnésienne) et desséché à 100°, aurait, d'après les ouvrages et notamment l'*Analyse chimique de Frésénius* (1885, 5e édition française, p. 511), la formule :

$$As^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + H^2O.$$

De là la composition centésimale :

Pyroarséniate (As^2O^5, 2 MgO.	= 81.58	
2 (AzH^3)	= 8.95	18,42 matières volatiles.
Eau	= 9.47	
	100.00	

Nous avons préparé de l'arséniate ammoniaco-magnésien et nous l'avons desséché à 99°-100° (étuve Gay-Lussac) jusqu'à ce que le poids demeurât constant.

Nous avons trouvé dans la matière ainsi desséchée :

Ammoniaque.	= 2.24 °/。
Matières volatiles . . .	= 15.56 °/。
(Eau et ammoniaque).	

La composition centésimale serait donc :

Pyroarséniate magnésique (As^2O^5, 2 MgO).		= 84.64	
Matières volatiles.	Ammoniaque . . .	= 2.24	15.56
	Eau	= 13.12	
		100.00	

On a dosé l'ammoniaque en distillant le sel avec de la potasse caustique et recevant AzH^3 dans l'acide sulfurique titré.

Nous n'avons aucun doute sur l'expulsion complète de l'ammoniaque par la base alcaline fixe. En effet, une autre prise d'essai de la même matière a été chauffée dans un tube à combustion avec de la chaux sodée; elle a fourni 2,17 °/₀, d'ammoniaque.

Quant au dosage des matières volatiles, il a été effectué suivant les indications de Rammelsberg. On a chauffé la matière à 200° et cette température a été maintenue pendant trois heures; ensuite on a chauffé à 255° pendant deux à trois heures. Enfin le creuset a été porté graduellement au rouge et au rouge vif.

Des dosages d'ammoniaque et de matières volatiles, effectués sur d'autres échantillons d'arséniate ammoniaco-magnésien, ont fourni des résultats très voisins de ceux renseignés ci-dessus.

La composition de l'arséniate-ammoniaco-magnésien (desséché à 100°) rapportée à une molécule de pyroarséniate (310) serait donc .

As^2O^5, 2 MgO	= 310
Ammoniaque.	= 8.20
Eau.	= 48.05

De là, la formule :

$$As^2O^5,\ 2\,MgO,\ \frac{AzH^3}{2},\ 2\frac{2}{3}\,H^2O$$

ou

$$4\,As^2O^5,\ 8\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 9\frac{2}{3}\,H^2O.$$

L'arséniate ammoniaco-magnésien desséché à 100° ne contiendrait donc que le quart de la quantité d'ammoniaque qu'on lui supposait.

Composition du phosphate ammoniaco-magnésien desséché à 100°.

D'après Frésénius (analyse chimique quantitative p. 132) le phosphate ammoniaco-magnésien

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 12\,H^2O$$

perdrait 10 H^2O à 100°. Il prendrait donc la formule

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 2\,H^2O$$

D'un autre côté, MM. Millot et Maquenne (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, année 1875, tome III, page 238) déclarent que le phosphate ammoniaco-magnésien perd à 100° toute son eau de cristallisation.

Dans ce cas, le phosphate desséché à 100° répondrait à la composition

$$Ph^2O^5,\ 2MgO,\ (AzH^4)^2O.$$

Les essais suivants démontrent que ni l'une ni l'autre de ces formules ne sont exactes.

On fait usage du phosphate ammoniaco-magnésien ayant la composition :

Pyrophosphate magnésique. . .	= 45.66
Ammoniaque	= 6.58
Eau	= 47.75
	99.99

par conséquent ayant la formule connue :

$$PH^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 12\,H^2O.$$

A. — 1,500 milligrammes de matière sont chauffés à l'étuve de Gay-Lussac jusqu'à poids constant. Cette dessiccation exige plusieurs heures. Perte = 655 milligrammes.

Les 845 milligrammes de matière sèche sont distillés avec de la potasse caustique. Obtenu 39.5 milligrammes d'ammoniaque.

B. — Un autre poids de 1,500 milligrammes de matière est desséché de la même manière. Ensuite la matière sèche est chauffée avec de la chaux sodée dans un tube à combustion. Obtenu 39,5 milligrammes d'ammoniaque, comme dans l'essai précédent.

Il ne peut donc y avoir de doute sur le dosage de AzH^3.

C. — 1,500 milligrammes de matière sont encore chauffés à l'étuve de Gay-Lussac jusqu'à poids constant.

Obtenu 845 milligrammes de matière sèche.

On chauffe ensuite au rouge.

Perte (eau + ammoniaque) = 161,5 milligrammes.

En résumé, 845 milligrammes de phosphate double chauffé à 100° contiennent :

Ammoniaque	= 39.5
Eau (161.5 — 39.5). . .	= 122.0
Pyrophosphate	= 683.5

La composition rapportée à une molécule Ph^2o^5, 2MgO serait :

Ph^2O^5, 2 MgO. . . .	= 222
AzH^3	= 12.83
H^2O.	= 39.62

De là la formule :

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ \tfrac{3}{4}\,AzH^3,\ 2\tfrac{1}{6}\,H^2O\ (a)$$

ou

$$4\,Ph^2O^5,\ 8\,MgO,\ 3\,AzH^3,\ 8\tfrac{2}{3}\,H^2O.$$

Si nous comparons le phosphate primitif

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 12\,H^2O$$

au phosphate (a) chauffé à 100°, on trouve que la perte est

$$\tfrac{5}{4}\,AzH^3 + 10\tfrac{5}{6}\,H^2O = 216{,}25.$$

MM. Millot et Maquenne, en partant aussi du phosphate

$$Ph^2O^5,\ 2\,MgO,\ (AzH^4)^2O + 12\,H^2O$$

et le chauffant à 100°, auront vraisemblablement constaté une perte de 216. Mais comme 216 est le poids de 12 molécules d'eau, ces chimistes auront admis que la perte était due exclusivement à l'eau de cristallisation, alors qu'elle est réellement due à une volatilisation d'eau et d'ammoniaque.

— La Classe se constitue en comité secret pour s'occuper de la discussion des titres des candidats aux places vacantes.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 5 novembre 1888.

M. Bormans, directeur, président de l'Académie.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Potvin, *vice-directeur;* le baron Kervyn de Lettenhove, R. Chalon, Alph. Wauters, Em. de Laveleye. Alph. Le Roy, A. Wagener, P. Willems, G. Rolin-Jaequemyns, Ch. Piot, J. Stecher, T.-J. Lamy, Aug. Scheler, P. Henrard, J. Gantrelle, G. Tiberghien, L. Roersch, L. Vanderkindere, *membres;* Alph. Rivier, *associé;* Alex. Henne, A. Van Weddingen et le comte Goblet d'Alviella, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique fait parvenir une expédition de l'arrêté royal en date du 25 octobre, qui attribue le prix décennal des sciences philosophiques pour la période de 1878 à 1887, à M. Guillaume Tiberghien, pour la deuxième édition de son *Introduction à la philosophie et préparation à la métaphysique.* — Applaudissements.

Le même Ministre envoie une expédition de l'arrêté royal en date du 2 octobre attribuant dorénavant à l'Académie royale flamande de littérature et de philologie la

présentation des candidats pour le choix du jury chargé de décerner le prix triennal de littérature dramatique en langue néerlandaise. — Pris pour notification.

— M. le Ministre de l'Intérieur envoie les ouvrages suivants pour la bibliothèque de l'Académie :

1° *Le partage politique de l'Afrique;* par E. Banning ;

2° *Histoire du prieuré de N.-D. d'Hanswyck;* par G. Van Caster;

3° A. *Woordenboek op Alexanders Geesten ;* B. *Verbinding der Volzinnen in 't Gotisch ;*

4° *Lexicon Frisicum ;* par Justus Halbertsma ;

5° *Inventaire des archives du chapitre noble de Munsterbilsen;* par H. Van Neuss. — Remerciements.

— M. Edmond Marchal, membre de la Classe des beaux-arts, prie la Classe des lettres de bien vouloir l'autoriser à publier dans le prochain *Annuaire* la notice biographique sur feu son père, le chevalier F.-J.-F. Marchal, ancien membre de l'Académie. — Adopté.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Une loi phonétique de la langue des Francs-Saliens;* par Martin Schweisthal, docteur en philosophie. — Commissaires : MM. Scheler, Willems et Vanderkindere;

2° *Étude sur quelques paralysies d'origine psychique;* Essai de psychologie expérimentale; par A. Grafé, professeur de rhétorique à l'athénée royal de Liège. — Commissaires : MM. Tiberghien, Van Weddingen et Léon Fredericq.

— La Classe reçoit, à titre d'hommages, les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remerciements aux auteurs :

1° *Relations politiques des Pays-Bas et de l'Angleterre*

sous le règne de Philippe II; par le baron Kervyn de Lettenhove, tome VII;

2° *Inventaire des cartulaires et autres registres faisant partie des archives anciennes de la ville de Bruxelles*; par Alph. Wauters, tome I, 1er fasc.;

3° *Du secret des instructions criminelles et de leur communication dans un intérêt public*; par Detroz;

4° *Médaille de la Société littéraire de Bruxelles*; par Georges Cumont;

5° *Ideation : A new philosophy*; par J. Barker Smith.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

La première enceinte de Bruxelles; par Alphonse Wauters, membre de l'Académie.

Les travaux de démolition entrepris dans le quartier dit *de la rue de la Vierge-Noire*, à Bruxelles, ont mis au jour des restes considérables d'une tour de la première enceinte de cette ville, attiré l'attention sur cette enceinte et soulevé, entre autres questions, des débats au sujet de la date de sa construction. Gramaye, dans sa *Bruxella* (1), prétend qu'elle remonte à l'époque du comte de Louvain Lambert II, après 1040, et cite, comme autorité, une vieille chronique en vers flamands (*ex indiculo veteri urbis id rythmo Teutonico expressum*), dont on n'a pas retrouvé

---

(1) Page 2 (édit. in-4°) et p. 1 (édit. in-f°). Voici les expressions même de Gramaye : *Producta autem veteris castri* (*comitum castri*, le château des Comtes), *structaque quae nunc interiora vocantur, invenio sub Lamberto secundo comite.* Et en marge il ajoute : *Post a.* 1040.

le texte. Mais comme des remparts semblables à ceux dont je vais m'occuper ne s'élèvent pas en un jour, surtout lorsqu'un soin extrême semble avoir présidé à leur édification, comme c'est ici le cas ; qu'il a fallu les munir de fossés, de portes et de tours, on peut supposer que les travaux ont duré longtemps et qu'ils n'ont été achevés que vers la fin du XI^{e} siècle.

Dans l'*Histoire de Bruxelles* (1), écrite à une époque où l'étude de nos constructions du moyen âge commençait à peine, M. Henne et moi nous avons élevé des doutes sur l'ancienneté des premiers murs de la ville. Après avoir parlé de leur origine, nous ajoutons : « Toutefois, il n'est » pas prouvé que la maçonnerie soit du même temps. C'est » en effet un ouvrage admirable, trop régulier et trop » imposant pour dater de cette époque (le XI^{e} siècle); » mais l'emploi exclusif du plein cintre ne permet pas de » le rejeter en deçà des premières années du XIII^{e} siècle. »

Les auteurs d'un travail consacré spécialement à la première enceinte et qui a paru récemment, MM. Combaz et de Behault, émettent l'opinion que les remparts ont été construits vers le milieu du XII^{e} siècle, et ajoutent : « le » moment était bien choisi : le Brabant jouissait d'une » paix profonde, succédant à une période troublée, qui » ne s'était terminée que vers 1150 (2). » Ils auraient dû remarquer que la paix n'avait duré que peu d'années et avait fait place à une nouvelle série de combats, pendant laquelle le château de Grimberghe fut pris d'assaut par le duc de Brabant, Godefroid III, en 1159. Ailleurs ils précisent leur opinion, en présentant une hypothèse se rappro-

---

(1) T. I, p. 18.

(2) *Annales de la Société d'archéologie de Bruxelles*, II^{e} livraison, pp. 141 et suiv.

chant de la nôtre : La ville, comme d'autres localités, aurait d'abord été entourée, au XI[e] siècle, de remparts en terre avec palis et haies vives, remplacés au XII[e] siècle par des murs de pierre.

La lecture de leur essai m'a déterminé à reprendre l'examen de ce sujet, qui intéresse à un haut degré notre belle capitale. Je n'espère pas porter la conviction dans tous les esprits; je veux simplement présenter quelques données de nature à éclaircir le débat.

Il s'agit d'abord de déterminer l'époque où Bruxelles, après n'avoir été qu'une bourgade, fut rangée parmi les *castella* ou les *oppida*, c'est-à-dire les localités fortifiées, le *castellum* étant moins important que l'*oppidum*. La plus ancienne mention du premier de ces termes se rencontre dans un chroniqueur qui a écrit l'histoire de la première croisade, Albert d'Aix. En parlant d'un chevalier nommé Guntmar, il lui donne pour patrie un château du Brabant appelé Bruxelles (*de Bruxella, castello Brabantiæ*) (1). La

---

(1) L. IX, c. 48. Le témoignage d'Albert d'Aix est important. Cet écrivain, dont l'ouvrage se termine brusquement en l'année 1120, peut être considéré comme appartenant au XI[e] siècle. S'il ne se trouva pas à la première croisade, comme on peut le penser d'après quelques expressions de son entrée en matière, il dut cependant passer une partie de son existence en Orient, à en juger par les détails dans lesquels il entre à propos du règne de Baudouin, le frère de Godefroid de Bouillon, et de son successeur, Baudouin du Bourg. Un témoin oculaire ou à même de recueillir sur place des renseignements nombreux, peut seul rendre compte, comme lui, d'événements semblables à ceux qu'il raconte. S'il est constant qu'il fut chanoine-sacristain (*custos*) de l'église d'Aix-la-Chapelle, on peut supposer aussi qu'il a vu le pays sur lequel il nous apprend tant de choses. Ses connaissances sur la Belgique dateraient donc de la

même expression se retrouve dans la légende de saint Guidon, écrite probablement dans les premières années du XII[e] siècle. Le bienheureux aventura son avoir dans le négoce, par les conseils d'un marchand. L'essai ne fut pas heureux et l'argent de Guidon, comme tant de fortunes englouties au XIX[e] siècle dans les spéculations commerciales, sombra avec le bateau qui en portait la représentation en objets de tout genre. Seulement ce ne fut ni l'océan, ni un fleuve qui l'absorbèrent dans leurs profondeurs, ce fut la modeste rivière dont on a, de nos jours, dissimulé l'aspect peu engageant, c'est-à-dire la Senne, et le fâcheux conseiller était un Bruxellois, *de Bruxella vicino castello* (1), le mot *vicinus* étant employé ici par rapport à Anderlecht, où habitait Guidon. Il ne s'agit pas, dans ces deux exemples, d'un château ducal ou féodal, le mot *castellum* se rapporte au lieu de résidence du marchand et à la patrie de Guntmar, c'est-à-dire à une localité.

En 1134, et non pas en 1179, comme le disent MM. Combaz et de Behault, apparaît pour la première fois, si je ne me trompe, la qualification d'*oppidum*, ville. Le duc Godefroid, après avoir fondé près de Bruxelles une chapelle en l'honneur de la Vierge, chapelle dont il posa la première pierre, la donna, avec les terrains environnants, à l'abbaye du Saint-Sépulcre, de Cambrai (*allodium quoddam meum Bruxellæ opido adjacens, cum capellam in eo ad honorem Dominici Sepulcri dominæque genitricis Mariæ constructam....* (2).

---

première partie de sa vie; elles devaient être considérables, car il cite une foule de croisés originaires de notre pays et mentionne plusieurs fois Guntmar de Bruxelles.

(1) *Acta sanctorum, Septembris, t. IV*, p. 42.

(2) Miraeus et Foppens, *Opera diplomatica*, t. I, p. 174.

Cette chapelle, devenue de nos jours l'église de Notre-Dame de la Chapelle, était située dans la paroisse de Sainte-Gudule, dont elle ne fut séparée, pour former le centre d'une paroisse particulière, qu'en 1210, mais elle n'était pas dans la ville (*capellam Beatæ Mariæ Bruxellæ contiguam*, dit-on en 1138 (1); *capellæ quam præcepit dux in alodio suo extra oppidum Bruxellæ fieri*, dit-on en 1141). En l'année 1141 on oppose aux biens situés hors de cette dernière des courtils qui s'y trouvaient (*curtilia quatuor infrà Bruxellam* (2), de même que, en 1138, on date un diplôme de la chapelle même, mentionnée comme se trouvant à Bruxelles (*Actum Bruxellæ in eadem capella*), mais en signalant des terrains dont il lui est fait don, comme se trouvant hors de la ville (*extra Bruxellense oppidum*) (3).

Cet *oppidum* avait-il la même étendue que celui dont la première enceinte formait le pourtour (*ambitus*)? Oui, car une bulle du pape Alexandre III, du 9 avril 1174, y place les églises de Sainte-Gudule, de Saint-Jacques-sur-Coudenberg, de Saint-Nicolas, de Saint-Géry, outre trois hospices pour les pauvres et les étrangers (*peregrini*), sans doute l'hospice de Saint-Nicolas, près de l'église du même nom, dit depuis des Saccites, et ensuite supprimé; celui des Apôtres, depuis de Sainte-Gertrude, aux pieds des escaliers de l'église Sainte-Gudule, et Saint-Jacques, à côté duquel on bâtit, au XVII[e] siècle, l'église Notre-Dame de Bon-Secours (4).

---

(1) *Opera diplomatica*, t. II, p. 687.

(2) *Ibidem*, t. II, p. 690.

(3) *Ibidem*, t. IV, p. 199.

(4) *Ibidem*, t. II, p. 1179, et mieux dans nos *Analectes de diplomatique*, p. 109.

Cet *ambitus* était-il formé dès le principe de maçonneries? On ne le sait, car il n'en est question, pour la première fois, que dans une charte de confirmation, par le duc Henri Ier, des biens attribués à la chapelle appelée dans ce document *la chapelle de Notre-Dame hors des murs de la ville de Bruxelles* (*capella Beate Marie extra muros oppidi Bruxellensis sita*). Cette charte, encore inédite, est sans date, mais à en juger par les noms des témoins qui y sont mentionnés, elle doit remonter aux dernières années du XIIe siècle (1).

Il faut pourtant se mettre en garde contre les expressions des actes officiels. Ainsi, de même qu'Anvers est simplement qualifié de bourg (*burgus*) dans les plus anciens documents relatifs à l'abbaye de Saint-Michel, bien que cette localité fût très importante comme centre de commerce et comme forteresse, de même on donne ce nom à Bruxelles, dans le diplôme par lequel le duc Godefroid III, en l'année 1183, cède aux frères de l'ordre de l'Hôpital un hospice situé à Coudenberg dans son alleu, c'est-à-dire son domaine propre (*domum hospitalitatis super alodium meum apud Brussellam burgum meum in Frigido monte fundatam*) (2). Mais cette désignation insolite ne peut prévaloir contre celles que l'on rencontre plus fréquemment et antérieurement; c'est sans doute le résultat d'un moment d'inattention, comme cette erreur d'un diplôme de l'an 1210 où l'on place l'église de la Chapelle dans la ville de Bruxelles (*capellam... in opido Bruxellensi*) (3). En effet, en l'année 1210, le faubourg de ce côté

---

(1) *Chronique manuscrite de la prévôté de la Chapelle.*

(2) Wauters, *Mélanges d'histoire et d'archéologie*, p. 14. *Revue d'histoire et d'archéologie*, t. Ier, p. 482.

(3) *Opera diplomatica*, t. II, p. 986.

avait peut-être déjà pris tant d'extension que l'église pouvait être considérée comme se trouvant dans l'agglomération; mais elle resta jusqu'en 1357 hors de l'enceinte; elle se trouvait à une distance d'environ 100 mètres de la Steenporte, dans la direction du sud.

On rencontre souvent une autre indication, qui mérite de nous retenir un instant. Bien des actes du XII[e] siècle sont signalés comme passés à Bruxelles, au château *(in castello, in castro)*, et quelquefois, comme préposition au lieu de *in*, dans, on lit *super* ou *supra*, sur, dessus, peut-être parce qu'il s'agit d'un lieu placé sur la hauteur. Tantôt on lit : *Actum est anno MCXXI apud Brucselle, super castellum* (1), ou *Actum est hoc Bruxelle in castello,... anno Domini MCLIIII* (2); tantôt : *Bruxelle in castro, coram hominibus meis, ... anno MCL* (3), ou *Actum est Brucsellae, supra castrum, anno Incarnationis Dominicae MCLI* (4). On distingue dans ces phrases la ville d'une de ses parties. Dans l'acte par lequel le duc Godefroid I[er] assigne une dot à son fils Henri et à sa belle-fille, Mathilde d'Alsace, on sépare encore Bruxelles du château ou palais qui s'y trouvait : *Brussellam cum castello, hominiis* (les fiefs compris dans le territoire) *et omnibus pertinentiis*. Et, en effet, lorsque le duc Godefroid parle d'une donation accomplie à Bruxelles, dans le château *(castellum* ou *castrum)*, en présence de ses vassaux, il semble qu'il fait allusion à une formalité accomplie devant ses

---

(1) *Histoire des environs de Bruxelles*, t. I, p. 482.

(2) *Analectes de diplomatique*, p. 91 (*Bulletin de la Commission royale d'histoire*, 4e série, t. VII).

(3) *Analectes*, loc. cit, p. 86.

(4) *Opera diplomatica*, t. I, p. 392.

familiers, ses courtisans habituels, et à l'intérieur de l'édifice qui lui servait de résidence.

Quelle que soit la signification donnée au mot *castrum* ou *castellum*, qu'il désigne la ville même ou simplement le palais des Comtes, l'emploi que l'on en fait implique l'existence de fortifications, au moins sur la hauteur de Coudenberg. Cette dernière aurait donc été emmuraillée dès 1121, et nous voilà de nouveau bien près de la date déjà acceptée. Mais, comment a-t-on pu réaliser une entreprise aussi difficile et aussi coûteuse à la fois? Ici, la question se complique, car Bruxelles n'occupe en aucune façon un site facile à fortifier. Si, vers l'ouest, on pouvait utiliser dans ce but la Senne et les prairies voisines, du côté de l'est la ville est bâtie sur le versant d'un coteau divisé par plusieurs ravins très encaissés, tels que l'*Orsendael* ou *Vallon aux chevaux*, rue de Schaerbeek; *de Vlade*, rue des Douze-Apôtres, et le *Ruysbroeck*, dans la rue de ce nom. Ayant à traverser un sol très sablonneux et où les sources sont abondantes, il a fallu travailler avec une extrême attention pour asseoir convenablement l'enceinte et atteindre le sommet du plateau. Puis, en longeant ce dernier, arrivé à l'endroit où se trouvait jadis une dépression considérable du sol, on s'est trouvé dans la nécessité d'établir un énorme remblai entre ce que l'on appelle aujourd'hui, d'une part, la Montagne du Parc, et d'autre part, la Place Royale. Là coulait un ruisseau qui portait le nom de *Coperbeke, Ruisseau au cuivre;* il prenait sa source dans un vallon dont le Borgendael et les bas-fonds du Parc conservent des traces, et qui se continuait vers le bas de la ville à travers la rue d'Isabelle, celle des Doûze-Apôtres et la Putterie. On peut juger des mouvements de terrain qu'il y avait en cet endroit, par ce fait que, lors de la construction de la rue Royale, on a été obligé de remblayer le sol à une élévation

de 60 pieds environ. Aujourd'hui encore, cette partie de la ville est très mouvementée, comme on peut en juger par les chiffres suivants, empruntés à un plan publié par Mols.

Treurenberg, en son milieu, à l'issue de la rue du Gentilhomme	50m34
Rue d'Isabelle	47m81
Rue Royale.	58m80
Place du Trône	68m91
Rue de l'Arsenal, à son débouché dans la rue de Namur	61m93 (1)

Notez que la rue d'Isabelle était primitivement plus basse, et qu'avant d'être convertie en voie publique, elle constituait un jardin de tir à l'arbalète, dont le nom, de *Honsgracht*, le *Fossé aux chiens*, n'a pas besoin de commentaire. Le jardin a été certainement exhaussé en 1626 lorsqu'on lui fit subir une transformation, de même que l'ouverture de la rue Royale et l'établissement de la rue des Palais ont fait disparaître les cours, les jardins et les pièces d'eau qui séparaient l'ancien palais de nos souverains de leur parc.

Mais pour annuler l'abaissement du niveau, pour continuer l'enceinte, dont les vestiges sont encore apparents de ce côté, il fallut élever un énorme remblai, tout en ménageant l'écoulement des eaux, écoulement qui s'opérait par un aqueduc dont quelques traces ont été rencontrées de nos jours à une énorme profondeur. Au delà de cette jetée, l'enceinte, profitant d'un surhaussement du sol qui portait le nom de *Coudenberg* ou la *Montagne*

---

(1) Le bas de la ville, représenté par le débouché de la rue de Laeken, vers la place Sainte-Catherine, mesure 17m47c.

froide (en latin *Frigidus mons*), en suivait le contour en englobant le château ou palais, le manoir des châtelains au Borgendael et l'église Saint-Jacques-sur-Coudenberg, puis allait atteindre la naissance du vallon dit le *Ruysbroeck*. A partir de là on dut faire de nouveaux efforts pour parvenir à la rivière, en profitant d'un coteau descendant d'une manière très rapide. On jugera de la grande déclivité du sol par ces deux chiffres : Le Ruysbroeck, près de la rue des Petits-Carmes, est à l'altitude de $53^{m}92^{c}$, et au bas, vis-à-vis de la porte d'entrée de l'ancien Palais de Justice, là où l'ancienne enceinte, s'inclinant vers le sud pour former un angle à l'endroit où fut bâtie la *Steenporte*, traversait le vallon, il est à l'altitude de $37^{m}89$, soit à $16^{m}05$ plus bas. Est-il probable que de simples remparts de terre auraient résisté pendant des siècles aux pluies, quelquefois si torrentielles dans nos climats, aux fontes de neige, s'ils n'avaient été renforcés aux endroits les plus vulnérables par des maçonneries, accompagnées d'arcades de soutien et de conduits pour les eaux, et, dans la partie inférieure de la ville, de fossés ménagés pour contenir de l'eau et en rejeter à l'occasion l'excédent ?

Sans toutes ces précautions, l'enceinte aurait présenté peu d'utilité et, sur un pourtour assez vaste, aurait pu être forcée sans trop de peine. Elle n'a pu remplir le rôle qu'on lui assignait, rôle justifiant les immenses dépenses qu'elle a dû occasionner, que lorsqu'elle a été complète, c'est-à-dire entourée de larges fossés, les uns pleins d'eau, les autres secs, mais très profonds, et munie de portes et de tours solidement construites et reliées les uns aux autres par une épaisse courtine, qui était à un étage dans le bas de la ville, à double étage dans le haut, et dont les parties existantes offrent tant d'uniformité

qu'elles doivent toutes remonter à la même époque. Il suffit pour s'en convaincre, si l'on n'a pas l'occasion de les étudier sur place, de parcourir les planches accompagnant le travail de MM. Combaz et de Behault.

Encore une fois, quelle est cette époque ? Dans quel temps la ville de Bruxelles se trouva-t-elle dans une situation si périlleuse qu'il devint nécessaire de la fortifier avec le plus grand soin? Ce fut, tout me porte à le croire, au milieu du XI^e^ siècle. Auparavant Bruxelles, situé au cœur de l'ancien *Brachbantum*, n'avait pas d'ennemis bien redoutable à craindre. Les comtes de Louvain, étroitement apparentés avec les comtes de Mons ou de Hainaut, étaient alliés aux comtes de Flandre, et hostiles comme eux à la suprématie des empereurs d'Allemagne. Mais, tout à coup, la situation change : Baudouin à la Belle-Barbe, comte de Flandre, envahit le pays d'Alost, et étend ses États de l'Escaut à la Dendre, et après lui Baudouin de Lille s'empare à la fois de la comtesse Richilde et du Hainaut pour son fils. Bruxelles n'est plus qu'à quelques lieues d'Alost, de Ninove et de Hal, d'où l'on peut arriver pour l'assaillir en peu de temps.

Les liens d'amitié, d'ailleurs, ne tardent pas à se rompre. Les princes de la maison de Louvain combattront : pour Richilde, contre son ennemi Robert le Frison, qui lui a enlevé la Flandre; pour l'autorité impériale, contre Robert de Jérusalem, fils de Robert le Frison ; pour Clémence, veuve de ce second Robert, contre Charles de Danemark ; pour Guillaume de Normandie, contre Thierri d'Alsace. Ces quatre prises d'armes s'échelonnent de 1070 à 1130 et toutes, si elles n'ont pas amené l'embastillement de Bruxelles, justifient cet énorme travail, sans lequel la sécurité des domaines des comtes ou ducs de Louvain

aurait été illusoire. Si Louvain même ne fut fortifié qu'en 1156 ou en 1161, ce fut peut-être à cause de sa situation plus centrale. Que sait-on d'ailleurs de positif au sujet des commencements et des développements successifs de cette ville? Des données plus positives ne viendront-elles pas, quelque jour, affaiblir ou modifier la portée des allégations, assez vagues d'ailleurs, de Boonen et de Divaeus?

La manière dont on traça le pourtour de la première enceinte de Bruxelles est tout à fait en coïncidence avec les agrandissements de cette ville au XI^e^ siècle. Le principal de ses édifices religieux, l'église Saints-Michel et Gudule, avait été rebâti par les soins du comte Lambert II et fut consacré en 1047. L'enceinte, si elle ne fut commencée avant ce temple, fut en tous cas établie de manière à le protéger; on n'aurait pu la rejeter plus au nord sans rencontrer les sinuosités du sol à l'*Orsendael.* Les comtes de Louvain habitaient d'abord près de la Senne, à proximité de la chapelle Saint-Géry. Lorsque Lambert II fit transporter à Sainte-Gudule les restes de la patronne de ce temple, jusqu'alors conservés à Saint-Géry, son intention était bien de changer d'habitation, quoique, d'après le chroniqueur A-Thymo, lui et sa femme Ode continuèrent à habiter la demeure de leurs parents (1). Mais le déplacement de la résidence comtale ne tarda pas à s'opérer, car dès l'année 1107 on constate l'existence d'un prêtre desservant l'oratoire de Coudenberg (*Onulphus sacerdos de Caldenberch*) (2). La chapelle ou église de ce nom

(1) A-Thymo, *Historia Brabantiæ diplomatica,* 3^e^ partie, titre V, c. I. — *Histoire de Bruxelles,* t. I, p. 26.

(2) Butkens, *Trophées de Brabant,* t. I, preuves, p. 38.

n'était pas un temple public, c'était une propriété particulière de nos princes, confiée à leurs chapelains particuliers, et dont ils firent don, d'abord à l'ordre de l'Hôpital de Jérusalem, puis à une communauté religieuse appartenant à l'ordre de Saint-Augustin. On ne l'ouvrit que pour le service du château, et son existence présuppose l'existence de ce dernier, qui, à son tour, n'a pas été bâti, selon toute apparence, isolé sur la hauteur et sans être relié à la ville proprement dite. Tout permet donc de fixer la construction première de l'enceinte dans la dernière moitié du onzième siècle.

Il faut relever, à ce propos, une erreur singulière de MM. Combaz et de Behault (1) qui, tout en se servant des données accumulées daus l'*Histoire de Bruxelles*, ont confondu le château ou palais ducal et le château des châtelains. Celui-ci, disent-ils, menaçait ruine, lorsqu'il fut rebâti par les ducs Jean II et Jean III, à l'époque où les châtelains auraient été dépouillés de leurs anciennes prérogatives. Nous nous sommes cependant, M. Henne et moi, expliqués bien clairement. Le château des châtelains et le château des comtes ou ducs étaient deux édifices bien distincts. Quant au *Borgendael*, il constituait une propriété des châtelains, qui y conservèrent la juridiction jusqu'à la signature de la convention par laquelle le comte de Sart en fit abandon, le 13 septembre 1774, à la ville de Bruxelles (2). Mais l'étendue de cette propriété avait été peu à peu restreinte dans d'étroites limites. Les châtelains en avaient maintes fois aliéné des parcelles, surtout au pro-

(1) *Loc. cit.*, p. 170.

(2) *Histoire de Bruxelles*, t. III, p. 350.

fit des religieux de Coudenberg. Le *Borgendael* proprement dit, ou *Vallée du château*, séparait la résidence ducale du château des châtelains, comme le dit expressément un acte de l'an 1259 (1). Ce château, abandonné par ses maîtres et réduit à un monticule qui conserva le nom d'*Oudeborch* ou *Vieux-Château*, fut donné à cens, en 1331, par Roger de Leefdael, et devint la propriété de l'abbaye de Coudenberg. D'après un acte de l'an 1529, il touchait par derrière à l'ancienne enceinte (2); mais il n'était pas adjacent au palais, il se trouvait plutôt derrière l'église de Saint-Jacques et les autres bâtiments conventuels. Il avait alors remplacé son nom par celui de : *la Vigne, den Wyngaert*. Du temps de Gramaye, on en voyait encore les ruines (3). Il est probable que le Borgendael fut cédé en propriété aux châtelains, à condition de le tenir en fief et peut-être à charge d'y construire un manoir, d'où ils pourraient plus aisément veiller sur la demeure du duc, car, on ne doit pas l'oublier, ils étaient à Bruxelles les chefs militaires et c'étaient sous leurs ordres que les Bruxellois marchaient au combat. C'était au châtelain qu'était confiée, un jour de bataille, la bannière bruxelloise (4).

---

(1) *Inter domicilium domini ducis et castrum castellani, in loco qui dicitur Borchdal.* Archives de Sainte-Gudule.

(2) *Goeden geheeten d'Oudenborch, nu gemeynlyck geheeten den Wyngaert,... commende achter op d'oude mueren der stadt van Brussele.* Cartulaire de l'abbaye de Coudenberg.

(3) *Visuntur apud palatium ruinae, ubi vicecomitis aedes fuisse quidam contendunt.* P. 4 (édit. in-4°) et 2 (édit. in-f°).

(4) Voir l'indication des prérogatives du châtelain dans l'*Histoire de Bruxelles*, t. Ier, p. 27.

La conclusion naturelle de tout ce qui précède est que la première enceinte est une construction de la fin du XI[e] siècle. C'est à cette époque, en effet, que Bruxelles reçut la qualification de *castellum*, bientôt remplacée (dès 1134) par celle d'*oppidum* ou ville fermée de murs; c'est alors qu'un danger sérieux la menaçant du côté de l'ouest, on a dû se préoccuper de sa sécurité; c'est alors que les édifices de tout genre s'y multiplièrent. On peut même dire que la population ne tarda pas à s'y déverser en dehors des remparts, car, dès l'année 1179 existait la léproserie de Saint-Pierre, aujourd'hui l'hôpital de ce nom, qui devait être dans une situation écartée, mais pour laquelle il fallut s'éloigner considérablement de l'enceinte, puisqu'elle en est à une distance de plus de mille mètres.

Les fragments encore debout d'une construction appartenant à une époque si reculée méritent d'être conservés avec le plus grand soin. Il serait difficile, croyons-nous, d'en retrouver de pareils et en si grand nombre dans une autre ville du pays. Ce sera, sans contredit, un travail intéressant à tous les points de vue que la restauration de la tour des anciens remparts de Bruxelles à laquelle on a donné le nom de *Tour Noire*, et qui nous montrera, complété, le seul spécimen, encore existant, de l'architecture civile (1), telle qu'on la pratiquait en Belgique au XI[e] siècle.

---

(1) Civile, dans le sens de non religieuse.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 8 novembre 1888.

M. Alex. Robert, directeur.
M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Gevaert, *vice-directeur;* J. Portaels, Éd. Fétis, le chevalier L. de Burbure, Ern. Slingeneyer, Ad. Samuel, Ad. Pauli, Godfr. Guffens, Joseph Schadde, Th. Radoux, Ém. Wauters, Peter Benoit, Joseph Jaquet, J. Demannez, P.-J. Clays, Charles Verlat, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Joseph Stallaert, Henri Beyaert, J. Rousseau, *membres;* Max. Rooses et J.-B. Meunier, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le vicomte Henri Delaborde, associé de l'Académie de Belgique et secrétaire perpétuel de l'Académie des beaux-arts de Paris, adresse, à titre d'hommage, un exemplaire de sa *Notice sur la vie et les ouvrages de M. Victor Massé,* lue dans la séance publique annuelle du 20 octobre 1888. — Remerciements.

RAPPORTS.

—

Il est donné lecture des rapports de la section de sculpture (rapporteur M. Marchal) : *A*. Sur le cinquième rapport semestriel de M. Julien Anthone, prix de Rome pour la sculpture, en 1885; *B*. Sur le premier rapport semestriel de M. Égide Rombaux, boursier pour la sculpture, de la fondation Godecharle, en 1887. — Renvoi à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique;

—

Sur la gamme mineure; par Charles Meerens.

Rapport de la section de musique
(rapporteur F.-A. Gevaert).

« La lettre de M. Ch. Meerens soulève, au point de vue de la pratique musicale, plusieurs objections graves dont je me borne à résumer les deux principales.

1. Il n'y a pas, comme le croit M. Meerens, une *vraie* gamme mineure et d'autres gammes qui seraient plus ou moins fausses. La musique moderne, depuis J. S. Bach jusqu'à R. Wagner, fait usage de trois formes de la gamme mineure, toutes également légitimes, que les compositeurs entremêlent au gré de leur inspiration. Il serait difficile de trouver un morceau de quelque étendue où une seule de ces gammes fût exclusivement employée. Il est vrai que la gamme préconisée par M. Meerens est enseignée, à l'exclusion des autres, dans la plupart des traités d'harmonie depuis Catel; mais c'est là une erreur didactique et non un progrès : en effet, la science n'est pas chargée de corriger l'art, mais de l'expliquer, quand elle le peut.

D'ailleurs, en tant que gamme proprement dite, la

gamme mineure appelée harmonique est la moins régulière de toutes, puisqu'elle renferme un intervalle qui ne constitue pas une progression mélodique mais un véritable saut : la seconde augmentée.

2. En ce qui concerne les déterminations numériques de la susdite gamme, il y a à remarquer que M. Meerens, dans ce petit travail comme dans ses publications antérieures, considère le quatrième degré, uniquement comme appartenant à l'accord de septième de dominante, et le constitue en dissonance avec la tonique ($^{27}/_{20}$ au lieu de $^{4}/_{3}$), ce qui exclut du système harmonique l'accord parfait de la sous-dominante.

C'est là manifestement une violation du principe générateur de la tonalité qui met la tonique au centre, ayant à sa droite l'accord parfait de la dominante et à sa gauche l'accord parfait de la sous-dominante.

Malgré les critiques de détail auxquelles ils prêtent le flanc, les travaux de M. Meerens sont dignes d'être encouragés et mériteraient davantage l'attention des artistes, qui s'imaginent à tort que le domaine des mathématiques musicales est absolument sans intérêt pour eux. Une science qui a occupé les penseurs les plus éminents du monde antique et moderne, depuis Pythagore et Platon jusqu'à Descartes et Wronski, pour ne citer que les plus célèbres, ne doit pas rester lettre morte pour les musiciens qui prennent leur art au sérieux ».

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1890.

La Classe s'occupe de la formation de son programme de concours pour 1890.

Elle fait choix, à cet effet, de quatre questions pour la *partie littéraire.*

Les sections de peinture et de sculpture ont été chargées, pour la prochaine séance, de présenter chacune un *sujet* d'art appliqué.

Ce programme sera définitivement rédigé dans la séance du 6 décembre.

La Classe se constitue en comité secret pour prendre connaissance de la liste des candidats aux places vacantes, présentés par les sections.

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Wauters (*Alph.*). — Inventaire des cartulaires et autres registres faisant partie des archives anciennes de la ville de Bruxelles; t. I^{er}, 1er fascicule. Bruxelles, 1888 ; vol. in-8°.

Georges (*Édouard G.-J.*). — Souvenirs historiques. Documents pour servir à l'histoire de la musique, vol. I et II. Bruxelles, 1888; 2 vol. in-8°.

Detroz. — Du secret des instructions criminelles et de leur communication dans un intérêt public, discours. Liège, 1888; in 8°.

Jorissen (*A.*). — Sur la présence du tellure et du bismuth dans la galène de Nil-Saint-Vincent. Liège, 1888; ext. in-8° (2 p.).

— Le beurre et la margarine. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (12 p.).

Custer (*G. van*). — Histoire du prieuré de Notre-Dame d'Hanswyck... à Malines. Malines, 1888; in-8° (110 p.).

Banning (*Émile*). — Le partage politique de l'Afrique d'après les transactions internationales les plus récentes (1885-1888). Bruxelles, 1888; in-8°.

Neuss (*Henri Van*). — Inventaire des archives du chapitre noble de Munsterbilsen. Hasselt, 1887 ; in-4° (207 p.).

Archives de biologie, t. VII, 1-3; VIII, 1-4. Gand; in-8°.

Kon. vlaamsche Academie. — Woordenboek op Alexanders geesten van Jacob van Maerlant, door L. Roersch, eerste aflevering. Gand, 1888; in-8°.

— Over de verbinding der volzinnen in 't gotisch, door P.-H. Van Moerkerken. Gand, 1888; in-8°.

— Bibliographie der middelnederlandsche taal- en letterkunde (L. Petit). Gand, 1888; in-8°.

Société royale des sciences de Liège. — Mémoires, 2e sér., t, XV. Bruxelles; in-8°.

Portefeuille de John Cockerill, vol. IV, 5e liv. Paris, 1888; in-folio.

Willemsfonds. — Vlaamsche bibliographie : lijst van nederlandsche boeken... in België in 1887 verschenen. Jaarboek voor 1888. Gand, 1888; in-8°.

Société médico-chirurgicale de Liège. — Projet sur la collation des grades académiques : discussions dans les séances du 9 février et du 5 avril 1888. Liège; in-8°.

Allemagne et Autriche-Hongrie.

Verein für Erdkunde, Dresden. — Festschrift zur Jubelfeier des 25 jährigen Bestehens des Vereins, 1888; in-8°.

Verein für Geschichte der Mark Brandenburg. — Forschungen, I Bd. 2. Leipzig; in-8°.

Geodälisches Institut, Berlin. — Gradmessungs-Nivellement zwischen Anclam und Cuxhaven. In-4°.

Münster-Blätter (Beyer und Pressel), Heft V. Ulm, 1888; in-4°.

Université de Giessen. — Catalogus codicum manuscriptorum bibliothecæ (J. Valentino Adrian), et additamenta Francfort-sur-le-Mein, 1840-62; in-4°.

Handelsstatistisches Bureau. — Hamburg's Handel in 1887. Hambourg; vol. in-4°.

Naturforschende Gesellschaft, Freiburg in Br. — Berichte, 1887. In-8°.

Société d'histoire naturelle de Colmar. — Bulletin, 1886-1888. Colmar, 1888; vol. in-8°.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. — Abhandlungen, Bd. XV, 3. Francfort-sur-le-Mein; in-4°.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. — Verhandlungen im 1887. Die Fortschritte, Jahrgang XXXVIII. In-8°.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg. — Zeitschrift, 62. Heft. Inspruck, 1888 ; in-8°.

Académie des sciences de Cracovie. — Annuaire pour 1887. — Scriptores rerum Polonicarum, t. XII. — Comptes rendus des séances : *a.* Mathématiques, t. XVII et XVIII ; *b.* Histoire et philosophie, XXI. — Mémoires (mathémat.), t. XIV et XV. — Monumenta medii aevi historiea res gestas Poloniæ illustrantia, t. XI. — Compte rendu de la Commission pour l'étude de l'histoire physiologique et exposé des matériaux pour la physiographie de la Gallicie, t. XXI. — Recueil de notices sur l'anthropologie du pays, t. XII. — Andrae Cricii, carmina (cas. Morawski). — Grand Kourhan de Ryzanowka, d'après les recherches faites en 1884 et 1887 (Ossowski).

Akademie der Wissenschaften, Wien. — Sitzungsberichte philos.-hist. Classe, Band 114, Heft 2; 115. Sitzungsberichte math.-naturw, I. Abthlg. 1887. II, Abthlg. 1887, n°^{s} 3 bis 10. III. Abthlg. 1887. Denkschriften philos.-hist. classe, Band 56. Denkschriften math.-naturw., Band 53. Archiv für Kunde österr. Geschichtsquellen, Band 71 und 72, Halfte 2. Almanach, 1887.

France.

Rey-Pailhade (*J. de*). — Existe-il dans le règne animal une fonction oxydante spéciale analogue à la fonction chlorophyllienne des végétaux? Toulouse, 1888; in-8° (5 p.).

Delaborde (*Henri*). — Notice sur Victor Massé. Paris, 1888; extr. in-4° (19 p.).

Lemoine (*E.*). — De la mesure de la simplicité dans les constructions mathématiques. Gand, 1888; ext. in-8° (9 p.).

— De la mesure de la simplicité dans les sciences mathématiques. Paris, 1888; extr. in-8° (20 p.).

— Notes sur diverses questions de la géométrie du triangle. Paris, 1888; extr. in-8° (12 p.).

Catalogue de la bibliothèque de la ville de Montpellier (L. Gaudin), sciences et arts, 1re part. 1888; vol. in-8°.

Grande-Bretagne et Colonies Britanniques.

Barker Smith (*John*). — Ideation. A new philosophy. Londres, 1888; in-18 (32 p.).

Mueller (*F. von*). — Iconography of australian species of acacia and cognate genera, decade 9-11. Melbourne, 1888; in-4°.

Cotes (*E.-C.*). — A catalogue of the moths of India, part 3. Calcutta; in-8°.

Commission géologique du Canada. — Rapport annuel, 1886. Ottawa; vol. in-8°.

Geographical Society of Australasia. — Proceedings and transactions, vol. III, 1. Brisbane, 1888; in-8°.

Australian Museum, Sydney. — Catalogue of the fishes, part 1. Sydney, 1888; in-8°. — Report for 1887. In-4°.

Meteorological service of the Dominion of Canada. — Report for 1885. Ottawa, 1888; vol. in-8°.

Society of Queensland. — Proceedings, 1888; vol. V, 1 and 2. Brisbane, in-8°.

Department of Mines, Sydney. — Mineral products of New South Wales (H. Wood). Notes on the geology of N. S. W. (Wilkinson). Description of the seams of coal worked in N. S. W. (J. Mackenzie). In-4°.

Challenger Office, Edinburgh. — Report of the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, during the years 1873-76, vol. XXIII-XXVII. 1888; 6 vol. in-4°.

Literary and philosophical Society, Manchester. — Proceedings, vol. XXV. Memoirs, vol. X. In-8°.

Greenwich Observatory. — Astronomical, magnetical and meteorological observations, 1886. Results, 1887; in-4°.

Cape Observatory. — Annals, vol. II, 2. Observations, 1882-1884.

Linnean Society of N. S. Wales. — Proceedings, II, 4; III, 1. Sydney, 1887-88.

Linnean Society of London. — Botany : Journal, n°s 152-55, 159-162. Transactions, vol. II, 15; III, 1. Zoology : Journal, n°s 118, 130, 131, 136-139. Transactions, vol. III, 5 and 6.

Trigonometrical survey of India. — Account of the operations, vol. X. Debra Dun, 1887; vol. in-4°.

Asiatic Society of Bengal. — Descriptions of New indian lepidopterous insects (Fr. Moore). Calcutta, 1888; in-4° 300 p., pl.).

—

ITALIE.

Giovanni (V. di). — Divisione etnografica della popolazione di Palermo, nel secoli XI, XII, XIII. Palerme, 1888; in-8° (74 p.).

Buzzati (G.-C.). — L'urto di novi in mare. Padoue, 1889; in-8° (122 p.).

R. Scuola normale di Pisa. — Annali, filosofia e filologia, vol. V. In-8°.

Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena. — Memorie, serie II, vol. V. In-4°.

Accademia di belle arti in Milano. — Atti, 1887. Milan; in-8°.

—

Pays-Bas.

Akademie van wetenschappen, Amsterdam. — Jaarboek voor 1886 en 1887. — Afdeeling Natuurkunde : verhandelingen XXVI; verslagen, III en IV. Letterkunden : verhandelingen XVII; verslagen, IV. — Catalogus der verzamelingen Bilderdijk en van Lennep. — Prysvers : Matris Querella et Esther; Susanna. Me puero. Ad Urbem Bononiam.

Maatschappy van nederlandsche letterkunde, Leiden. — Levensberichten en handelingen voor 1887.

Dierkundige vereeniging, Leiden. — Tijdschrift, supplement, deel II. 1888; in-8°.

Musée Teyler, Harlem. — Archives, vol. III, 2^e^ p. Catalogue de la Bibliothèque, 7^e^ et 8^e^ liv.

Zeeuwsch genootschap van wetenschappen. — Levensberichten, 1^ste^ aflever. — Zelandia illustrata, vervolg. — Archiev, VI, 3. Middelbourg.

Utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen — Aanteekeningen en verslag, 1887. — Geschiedenis van Essequebo, Demerary enz (Netscher). Geneeskundige plaatsbeschryving van Leeuwaarden (Kooperberg). — Bijdragen tot de geschiedenis van de Kerspelkerk van S^t^ Jacob te Utrecht (van Riemsdyk).

Zoologisch genootschap « Natura artis magistra » te Amsterdam. — Bydragen tot de dierkunde, aflevering 14-16 Feestnummer. In-4°.

Portugal.

Academia real das sciencias de Lisboa. — Historia e memorias, sciencias moraes etc., nova serie, tomo V, partie 2; VI, 1; sciencias mathematicas etc., nova serie, tomo VI, parte 1. — Jornal de sciensias mathematicas etc., num. XXX-XLVII. — Conferencias : ácerca dos infinitamente pequenos; e ácerca

da circulação da materia. — Documentos remettidos da India, tomo II e III. Historia dos estabelecimentos... de Portugal, tomo X-XV. — Corpo diplomatico Portuguez, tomo VI-IX. — Portvgaliae Monvmenta, vol. I, 1 e 2. — Cartas de Affonso de Albuquerque, tomo I. — Roteiro de Lisboa a Goa, por D. João de Castro. — A electricidade estudo de algumas das suas principaes applicações (V. Machado). — Estudos sobre as provincias ultramarinas (J. de Andrade Corvo), I-IV. — Curso de Silvicultura (Ant. Xavier Pereira Coutinho, I e II. — Lições de pharmacologia et therapeutica geraes (Ed.-Aug. Motta).

Academia de ciencias y bellas letras de San Salvador. — Repertorio Salvadoreño, tomo I, 1. In-8°.

Pays divers.

Instituto y observatorio de Marina de San Fernando. — Almanaque nautico, para 1890. Madrid, 1888 ; vol. in-8°.

Societa pro fauna et flora Fennica. — Meddelanden, 14. Häftet. Acta, vol. III et IV. Helsingfors, 1886-88.

Finlands geologiska Undersökning. — Beskrifning till kartbladet n° 10 och 11. Helsingfors, 1887; 2 cah. in-8° avec cartes.

Finska vetenskaps-societet, Helsingfors. — Ofversigt, 1885-87. Bidrag... Natur och Folk, Hefte 45-47. Acta, t. XV. Organisation och verksamhet (1838-1888) af A.-E. Arppe.

Université d'Upsal. — Dissertations, thèses et annales pour 1887. In-8°.

Videnskabs-selskab, Christiania. — Fordhandlingen, 1887. In-8°.

Naturforschende Gesellschaft, Graubündens. — Jahres-Bericht, 1886-87. Coire ; in-8°.

Association géodésique internationale. — Comptes rendus des séances de la réunion de Nice en 1887, avec supplément. Berlin, Neuchâtel; 2 cah. in-4°.

TABLE DES MATIÈRES.

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance du 3 novembre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Formation de la liste double de canditats pour le choix du jury de la 8e période du concours quinquennal des sciences mathématiques et physiques. — Billets cachetés déposés par MM. F. Leconte et Ronkar. — M. le colonel Huberty et M. Ch. Meerens sont remis en possession des manuscrits qu'ils avaient soumis à l'Académie. — Hommage d'ouvrages. — Travaux manuscrits soumis à l'examen. 390

ÉLECTIONS. — Communication au Ministre de la liste double de candidats pour le choix du jury de la 8e période du concours quinquennal des sciences mathématiques et physiques 391

RAPPORTS. — Avis favorable de M. Catalan sur un travail de M. Beaupain concernant quelques formules de calcul intégral. 392

Rapport de MM. Spring et Stas sur un travail de MM. L. Chevron et A. Droixhe concernant quelques phosphates et arséniates doubles . 392, 394

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *Histoire naturelle des Delphinides de Belgique;* lecture de M. J. Van Beneden imprimée dans les mémoires in-8°. 394

Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes (cinquième partie avec planche), par F. Plateau. 395

Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des Stomates (planche), par L. Errera 458

Sur quelques phosphates et arséniates doubles, par L. Chevron et A. Droixhe . . . . , , ... 473

ÉLECTIONS. — Candidatures aux places vacantes 493

CLASSE DES LETTRES. — *Séance du 5 novembre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Arrêtés royaux : *a*) décernant à M. G. Tiberghien le prix décennal des sciences philosophiques; *b*) attribuant à l'Académie royale flamande la présentation de candidats pour le choix du jury chargé de décerner le prix triennal de littérature dramatique en langue néerlandaise. — M. Edm. Marchal autorisé à publier dans l'Annuaire, la notice sur feu son père le chevalier F.-J.-F. Marchal. — Travaux manuscrits envoyés à l'examen. — Hommage d'ouvrages. 494

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *La première enceinte de Bruxelles*, par Alph. Wauters 496

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance du 8 novembre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Hommage d'ouvrages 511

RAPPORTS. — Communication au Ministre des appréciations des rapports : *a*) de M. J. Anthone, prix de Rome, pour la sculpture, en 1885; *b*) de M. Égide Rombaux, boursier pour la sculpture, en 1887 (Fondation Godecharle) 512

Rapport de M. Gevaert sur la lettre de M. Ch. Meerens concernant la gamme mineure . . . . *Ib.*

CONCOURS ANNUEL. — Questions admises pour le programme de 1890 . . 513

OUVRAGES PRÉSENTÉS. 514

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

58e année, 3e série, tome 16

N° 12.

BRUXELLES,

F. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,
DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE,
Rue de Louvain, 108

1888

BULLETIN

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES,

DES

LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

1888. — N° 12.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 1er décembre 1888.

M. Crépin, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Briart, *vice-directeur*; J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, G. Dewalque, H. Maus, E. Candèze, Ch. Montigny, Brialmont, Éd. Dupont, C. Malaise, F. Folie, F. Plateau, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, Alf. Gilkinet, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* Ch. de la Vallée Poussin, *associé;* A. Renard, P. De Heen Ch. Lagrange et L. Errera, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique demande, au nom de son collègue du Département des Affaires étrangères, que la Classe veuille bien désigner les agents consulaires belges à l'étranger qui pourraient servir — en vue de réaliser la proposition faite par l'abbé A. Renard, de l'Académie (V. *Bulletin*, octobre 1888) — d'intermédiaires pour l'achat, l'échange ou l'obtention pure et simple des produits naturels des contrées où ils sont établis. — Renvoi pour rapport à M. Renard.

Le même Ministre communique :

1° Un rapport transmis à son Département par M. Pergens, au sujet de la mission dont il a été chargé à la Station zoologique du D^r Dohrn, à Naples. — Commissaires : MM. P.-J. Van Beneden, Édouard Van Beneden et Plateau.

2° Une lettre par laquelle M. De Bruyne, docteur en sciences naturelles, préparateur à l'Université de Gand, demande à être envoyé à la dite Station de Naples, en vue d'y étudier les organismes parasitaires des algues marines. — Commissaires : MM. P.-J. Van Beneden, Édouard Van Beneden, Plateau et Errera.

3° Cinq exemplaires des rapports des Commissions médicales provinciales sur leurs travaux pendant l'année 1887. — Remerciements.

— M. Folie communique une lettre de M. C. Tondini demandant que l'Académie veuille bien s'intéresser à la proposition suivante, soumise à une commission nommée lors de la dernière session de l'*Association britannique pour l'avancement des sciences* (Bath, 5-12 septembre 1888) :

« Que les marins et les astronomes demeurant libres de continuer à se servir de leurs méridiens initiaux, on choisisse un méridien vraiment international pour tous les usages en dehors de l'astronomie et de la marine, pour lesquelles l'unification du temps est désirable ; de plus, puisque le méridien de Jérusalem a déjà pour lui l'appui d'autorités scientifiques, qu'on examine sérieusement l'opportunité de ce choix. » — Pris en considération par la Classe.

— La Classe accepte le dépôt, dans les archives de l'Académie, de trois billets cachetés :

Le premier, daté du 23 novembre 1888, et portant : n° 3, *Acoustique*, envoyé par M. Félix Leconte, professeur à Tournai ;

Les deux autres, remis par M. Spring, au nom de M. Charles, et portant en suscription : le n° 1 : *Idées scientifiques;* le n° 2 : *Théories analytiques.*

— Le « Centre technique des électriciens brésiliens », à Rio de Janeiro, annonce sa formation et demande à

entrer en relation d'échange de publications avec l'Académie. — Renvoi à la commission administrative.

— Hommages d'ouvrages :

1° *Les ziphioïdes des mers d'Europe*, par P.-J. Van Beneden ;

2° *Note sur les champignons qui ont provoqué les cas d'empoisonnnement observés par le docteur Pregaldino ;* par Ch. Van Bambeke ;

3° *Recherches sur la structure de la substance fondamentale du tissu osseux ;* par O. Van der Stricht ; présenté au nom de l'auteur par M. Van Bambeke ;

4° *Report of the scientific results* of the voyage of H.-M.-S. Challenger during the years 1873-1876, volumes 23 à 27 (zoology) ; offerts par M. John Murray, au nom du « Challenger Office » ;

5° a. *Minéraux artificiels pyrogénés : Fayalite ;* b. *Alluvions modernes de la vallée de la Meuse à Liège ;* par Ad. Firket ;

6° a. *Nouveau cours de géométrie élémentaire ;* b. *Précis d'arithmétique*, 5e édition ; c. *Cours de trigonométrie rectiligne et sphérique,* 3e édition, par Léon Lecointe ;

7° *Sur l'épipodium des mollusques ;* par Paul Pelseneer. — Remerciements.

— Les travaux manuscrits suivants sont renvoyés à l'examen de commissaires :

1° *Nouvelles notes d'algèbre et d'analyse ;* par E. Catalan. — Commissaire : M. Mansion ;

2° *Nouvelle théorie scientifique ;* par Ed. Wattier. — Commissaire : M. Montigny.

ÉLECTION.

La Classe procède au renouvellement de sa commission spéciale des finances pour l'année 1889. Les membres sortants sont réélus.

RAPPORTS.

Explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne. — I. *La grotte du Docteur*; par le professeur J. Fraipont et le Dr F. Tihon.

Rapport de M. G. Dewalque, premier commissaire.

« Après les belles recherches de notre confrère, M. E. Dupont, sur les cavernes des environs de Dinant, l'étude des cavernes de notre pays a été abandonnée pendant longtemps. Depuis quelques années diverses personnes s'y sont adonnées, principalement au point de vue archéologique.

Les auteurs du travail soumis à mon examen n'en sont pas à leur coup d'essai; ils se sont associés pour étudier méthodiquement les cavernes des rives de la Méhaigne. Ils se proposent de soumettre leur travail au jugement de l'Académie : le présent mémoire est relatif à la grotte du Docteur, située à Huccorgne, sur le Roua, un des affluents de la rive gauche de la Méhaigne, et à peu de distance de cette rivière.

I. — Cette caverne est formée d'une grande salle avec deux annexes latérales, ou couloirs, et un couloir au fond, le tout rempli complètement, sauf le couloir du fond. L'entrée, qui est fort large, était entièrement obstruée par les dépôts les plus récents, formant terrasse. Elle a été explorée par des tranchées successives, entamant tout jusqu'au roc.

II. *Description géologique.* — On y a observé cinq couches de dépôts meubles, se montrant partout, sauf dans le couloir du fond, où ne se voit guère que la couche inférieure, et sous la terrasse, formée surtout de la cinquième.

1. La couche inférieure, épaisse de $0^m,30$ à $1^m,50$, suivant la configuration du plancher, est formée de nombreux cailloux roulés, avec beaucoup de rognons de silex bruts et de rares blocs anguleux de la roche encaissante (le calcaire carbonifère). On la trouve partout, même dans les cheminées secondaires qui partent du couloir du fond.

2. La deuxième couche, épaisse de $1^m,50$ à $2^m,50$, est une terre brune, renfermant d'assez nombreux cailloux roulés et un grand nombre de blocaux anguleux de la roche encaissante.

Elle existe dans toute la salle principale avec ses annexes latérales, et elle se retrouve à l'entrée du couloir du fond. Elle se continue dans la terrasse extérieure en diminuant graduellement d'épaisseur; elle disparaît dans la moitié droite, à partir de $3^m,50$ de l'entrée, tandis que, vers la gauche, elle se continue jusqu'à plus de cinq mètres de cette entrée.

Elle est très riche en débris d'animaux et en restes de l'industrie de l'homme.

3. Couche de terre jaune, avec blocaux anguleux de la roche encaissante et rares cailloux roulés. Elle est séparée de la couche 2, sur certains points, par une croûte de stalagmite atteignant une épaisseur de 2 à 3 centimètres. Sa puissance varie de 1^m,25 à 2 mètres. On la trouve dans toute la salle principale et dans ses annexes latérales, mais elle manque dans le couloir du fond. Épaisse de 2^m,50 à l'origine de la terrasse, elle s'atténue, puis disparaît à 7 mètres de l'entrée, reposant directement sur la couche 1 à partir de 3^m,50 d'un côté, et de 5^m,50 de l'autre.

On y a trouvé relativement peu d'ossements et de silex taillés.

4. La quatrième couche est une terre noire, mêlée d'éboulis de la roche encaissante et de nombreuses racines d'arbres. Elle occupait le haut de la salle principale et ses annexes latérales. On n'y a trouvé que quelques débris d'animaux modernes, et vers l'entrée, les restes d'un ou deux squelettes humains.

5. La cinquième couche est le dépôt superficiel ou terre végétale de la terrasse. Elle atteignait 4 mètres près de l'entrée, recouvrait la terre jaune, 3, jusqu'à 7 mètres de l'ouverture, puis reposait sur les cailloux jusqu'à 9-10 mètres de l'entrée. Elle renfermait des cailloux roulés plus ou moins nombreux.

On n'y a trouvé que quelques restes d'animaux actuels et quelques débris de l'industrie de l'homme.

III. *Partie zoologique.* — Les restes des couches 2 et 3 seuls méritent l'attention.

Dans la couche 2 ont été trouvés les débris de 19 espèces

de mammifères, dont 16 sont sûrement déterminées. Ce sont :

Rhinoceros tichorhinus,
Equus caballus,
Sus scrofa,
Cervus elaphus,
— *canadensis,*
Megaceros hibernicus,
Rangifer tarandus,
Antilope rupicapra,
Bison priscus ?
Bos primigenius,
Castor fiber,
Elephas primigenius,
Ursus spelæus,
— *ferox ?*
Meles taxus,
Canis lupus,
— *vulpes,*
Hyæna spelæa,
Felis spelæa.

Les débris les plus abondants sont ceux du cheval; ils proviennent de 124 individus au moins. Ils appartiennent à une petite race trapue, souche vraisemblable de notre cheval ardennais.

Viennent ensuite les ossements de l'hyène des cavernes et du rhinocéros à narines cloisonnées, puis de *Bos primigenius*, dont on a recueilli plus de 200 molaires; ensuite ceux du mammouth. Les restes de l'ours des cavernes sont relativement rares.

On n'a rencontré que 12 espèces dans la terre jaune qui constitue la couche 3, savoir :

Equus caballus,
Cervus elaphus,
Rangifer tarandus,
Capra hircus primigenius,
Bos primigenius,
Bison europæus,
Ursus spelæus,
Meles taxus,
Canis vulpes,
Hyæna spelæa,
Felis spelæa,
— *catus.*

Les ossements sont peu nombreux, surtout comparativement à ceux qui ont été rencontrés dans la couche précédente.

Dans la couche n° 6, terre noire, on n'a guère trouvé que quelques os modernes de lapin, de renard, de blaireau. Près de l'entrée, on a rencontré les débris d'un squelette humain adulte, enterré à 30 centimètres de profondeur, et quelques fragments du squelette d'un enfant de six à sept ans. Le crâne de l'adulte ne se rapporte à aucune des races fossiles connues. L'existence d'un troisième trochanter au fémur et une certaine platycnémie du tibia tendent à le faire rapporter à l'époque néolithique; ce que confirme la présence d'une hache polie, etc,

La couche 5, terre végétale de la terrasse, n'a fourni que quelques dents de cheval et de bœuf, une demi-mâchoire inférieure de mouton, et, sur l'extrême limite de la terrasse, une demi-mâchoire inférieure humaine, qui se rapporte également, par l'usure des dents, à l'époque néolithique.

IV. — Les auteurs donnent ensuite la description détaillée des instruments de pierre et d'os qu'ils ont recueillis dans les divers dépôts.

1. *Instruments de pierre.* — Le niveau inférieur de la grotte a fourni 950 instruments; la terrasse, 650. La plupart sont de silex crétacé, un certain nombre de grès lustré bruxellien, quelques-uns en phtanite carbonifère, et un en quartzite.

Mon assistant, M. M. Lohest, y a remarqué un ou deux éclats qui ne lui paraissent pas provenir du pays, notamment un silex blond, très translucide. Je ferai remarquer ici qu'on a fabriqué, dans la province de Liège, des pierres à fusil avec de tels silex, mais j'en ignore la provenance exacte.

La plupart de ces outils sont plus ou moins patinés.

Les racloirs sont les plus nombreux et les plus caractéristiques pour le niveau inférieur (couche 2). La plupart sont du moustiérien typique; un assez grand nombre, taillés à grands éclats sur les deux faces, rappellent le type chelléen. Une vingtaine de disques se rapportent aussi à ces deux types. Une cinquantaine de pointes offrent plus rarement le type moustiérien; la plupart sont taillées sur les deux faces. Les neuf dixièmes présentent de nombreuses retouches sur les grands bords. Viennent ensuite un perçoir de silex, une cinquantaine de lames, la plupart sans retouche, et quelques *nuclei*.

2. *Instruments d'os.* — Une cinquantaine de pièces sont suffisamment caractérisées. Ce sont des stylets de cheval, dont l'extrémité inférieure a été brisée, puis affilée, et des esquilles d'os longs, retouchées et usées.

Dans le niveau supérieur, c'est-à-dire dans la couche 3,

les *instruments de silex* sont plus rares et plus petits. Ce sont quelques racloirs, une soixantaine de burins à pointe biseautée, d'un caractère magdalénien, des perçoirs, une centaine de lames, presque jamais retouchées, un certain nombre de grattoirs, également magdaléniens, et, enfin, une cinquantaine de petits éclats taillés en pointe, dont une douzaine ont une arête retouchée, un certain nombre de *nuclei*. Pas d'*instruments d'os*.

La terre noire, n° 4, n'a rien fourni. La terre végétale de la terrasse renfermait une vingtaine de lames et éclats amenés par les eaux pluviales ou perdus par l'homme, avec un fragment de hache polie et une belle pointe de flèche.

Partie générale.

I. *Origine des dépôts meubles de la grotte.* — On sait que de longues discussions ont été soulevées au sujet de l'origine des matériaux de remplissage des cavernes. L'année dernière, MM. Fraipont et Lohest sont arrivés à confirmer chez nous la théorie adoptée par la plupart des géologues et défendue, même pour la Belgique, par M. Fraas au Congrès préhistorique de Bruxelles en 1872. Depuis cette manière de voir, la plupart des grottes, tout au moins, ont été remplies, après le creusement des vallées, par du limon et des cailloux entraînés par les eaux pluviales dans les cavités des collines et accrus des produits de décomposition des roches qui en constituent les parois. Au contraire, d'après notre honorable confrère, M. E. Dupont, les choses se seraient passées tout autrement. Les cavités qui préexistaient dans les roches cal-

caires auraient été ouvertes lors du creusement des vallées, à mesure que les eaux quaternaires approfondissaient leur lit, et auraient été remplies des alluvions de ces cours d'eau. Sans nier qu'il puisse exister des grottes remplies de cette façon, les auteurs démontrent que ce n'est pas le cas ici.

M. M. Lohest a examiné les matériaux retirés de la caverne et ceux recueillis sur le plateau qui la surmonte; ces matériaux sont les mêmes. On y retrouve :

1° Beaucoup de quartzites, probablement devilliens, d'autres reviniens;

2° Arkose miliaire gedinnienne et grès coblencien;

3° Un caillou bien roulé de roche tourmalinifère, et un autre, calcédonieux, qui doivent avoir été arrachés au poudingue de Burnot ou de Fépin, ainsi que certains cailloux de quartz blanc laiteux;

4° Deux cailloux de phtanite carbonifère;

5° De très nombreux silex non roulés.

De sa source à Huccorgne, la Méhaigne a creusé son lit dans des roches siluriennes, recouvertes de couches crétacées et tertiaires. A Huccorgne, elle rencontre le calcaire devonien, puis, bientôt, le calcaire carbonifère. Si la grotte avait été remplie par cette rivière, on n'y trouverait que des roches siluriennes ou crétacées. Au contraire, nous y voyons des cailloux de roches dont les affleurements ne se trouvent qu'en aval. Il y en a même, comme la roche tourmalinifère, qui ne se rencontrent pas dans la vallée de la Méhaigne.

On ne peut supposer que cette rivière, à l'époque quaternaire, coulait en sens inverse de son cours actuel. MM. Fraipont et Lohest ont montré ailleurs que, dès

l'époque du mamouth (1), le pays présentait sensiblement son relief actuel.

Il faut donc admettre que le remplissage de la grotte est dû à des matériaux venus du plateau. Comment s'est-il effectué? Ici encore, comme dans d'autres grottes examiminées par MM. Lohest et Fraipont, les dépôts dans la grotte sont formés, en partie des alluvions du plateau, entraînées par les pluies à l'intérieur, en partie de terres et de blocaux provenant de la décomposition des roches constituant les parois de la grotte et de ses couloirs.

Il s'ensuit que cette grotte a été habitée par l'homme après le dépôt du diluvium du plateau.

Nous l'avons visitée à diverses reprises et nous partageons l'opinion des auteurs.

II. *De l'âge des dépôts de la grotte.* — Dans des publications antérieures, MM. Lohest et Fraipont ont montré qu'il n'est pas possible, comme l'a tenté M. E. Dupont, d'établir l'âge des divers dépôts des grottes par des considérations purement pétrographiques. Ainsi, le dépôt à cailloux roulés et le limon stratifié qu'on y rencontre, ne constituent pas exclusivement du quaternaire inférieur; de même, le dépôt à cailloux anguleux et à limon homogène n'est pas exclusivement de l'âge du renne ou quaternaire supérieur. Ici, comme ailleurs, l'âge est donné avant tout par la faune.

---

(1) Je persiste à écrire « mamouth » parce que je crois que c'est la vraie orthographe de ce nom. Je m'en rapporte à l'avis des savants russes.

Pour la grotte du Docteur, les auteurs concluent ainsi :

1° La couche à cailloux, n° 1, est plus ancienne que la suivante. On ne peut rien dire de plus.

2° La terre brune, n° 2, dont la faune est caractérisée par l'abondance de *Rhinoceros tichorhinus, Bos primigenius, Elephas primigenius, Hyœna spelœa*, appartient au quaternaire inférieur.

Nous verrons plus loin que l'étude des restes de l'industrie de l'homme permet de préciser davantage.

3° La terre jaune, n° 3, dont la faune est beaucoup plus pauvre, renfermait, avec de rares débris de *Bos primigenius, Ursus spelœus, Hyœna spelœa, Felis spelœa*, des restes de renne relativement plus abondants. Elle doit dater de la fin du quaternaire inférieur ou du commencement du quaternaire supérieur.

4° Les couches 4 et 5 ne renfermaient les restes d'aucune espèce éteinte. En outre, les caractères des restes humains et la présence d'une hache polie ne permettent guère de les faire remonter à l'époque quaternaire.

III. *Mode d'introduction des ossements dans la grotte.* — Les auteurs sont d'avis qu'ici, comme dans la plupart des cas, on a affaire à des restes apportés par l'homme. Les caractères de ces reliefs de repas ont été parfaitement indiqués par M. E. Dupont; les auteurs reproduisent sa description pour en confirmer l'exactitude.

IV. *Industrie de l'homme contemporain de la couche n° 2.* — *Instruments de pierre.* — Le racloir, instrument moustiérien par excellence, d'après M. G. de Mortillet, est le plus abondant dans notre grotte; même le plus grand nombre des autres outils ont été retouchés et adaptés à

cet usage. Mais il y a de nombreux vestiges de l'industrie chelléenne, souvent dégénérée, que les auteurs discutent avec le soin que mérite cette question. Ces considérations ne se prêtent pas à un résumé, non plus que la discussion sur les usages probables des disques. D'ailleurs, ce que nous pourrions en dire ici serait presque sans valeur faute de figures.

Instruments d'os. — Il y a particulièrement à remarquer ici que, contrairement à une opinion défendue avec persévérance par M. G. de Mortillet, l'homme moustiérien de notre grotte utilisait les os comme instruments. Les nombreux objets trouvés (dont les plus remarquables sont figurés) ne laissent aucun doute à cet égard.

Il résulte donc de tout ce qui précède que la couche n° 2, postérieure au diluvium des plateaux, et appartenant par sa faune au quaternaire inférieur, correspond chez nous à la décadence de l'industrie chelléenne et à l'aurore de l'industrie moustiérienne.

V. *Industrie de l'homme contemporain de la couche n° 3.* — Ici, les pointes n'existent plus, les racloirs sont très rares et très réduits, mais deux nouveaux types sont caractéristiques : les burins et les fines pointes à bord abattu et retouché. Ils se rapportent aux types magdaléniens, sauf quelques exceptions du type solutréen.

VI. *L'homme néolithique de la grotte du Docteur.* — Il est probable que l'homme qui habitait le plateau à cette époque est venu à la grotte, y a pris quelques repas et y a perdu une hache polie et une pointe de flèche. Il y a sans doute enterré deux des siens.

VII. Voici les *conclusions* du mémoire.

1° L'homme a habité notre grotte pendant un temps probablement très long, à l'âge du mamouth. Il y a laissé de très nombreux reliefs de ses repas, et des restes non moins nombreux d'une industrie correspondant à l'aurore du moustiérien et à la décadence du chelléen pour la France. Il utilisait, comme instruments de travail, non seulement la pierre, mais encore des esquilles d'os plus ou moins façonnées et des stylets de cheval.

2° L'homme a encore habité cette caverne vers la fin de l'âge du mamouth ou au commencement de l'âge du renne. Il y a laissé de rares débris de cuisine, mêlés à des silex taillés peu nombreux, rappelant l'industrie magdalénienne mélangée de quelques formes solutréennes. Nous ne possédons de lui aucun instrument d'os.

3° Les abords de la grotte ont été enfin visités par l'homme de la pierre polie, lequel y a pris vraisemblablement plusieurs repas sur la terrasse. Il a enterré deux des siens dans la couche la plus élevée de l'intérieur de la caverne.

Ce long résumé permettra, je l'espère, à l'Académie d'apprécier toute l'importance du mémoire qui lui est soumis. Les auteurs ont étudié la question avec méthode, à tous les points de vue, et avec les développements nécessaires; ils sont arrivés à des conclusions dont deux, sur le mode de remplissage de la caverne et l'emploi des instruments d'os, appelleront l'attention des savants. Je suis heureux de proposer à la Classe de voter l'impression de leur travail dans les *Mémoires* in-8° de l'Académie et de leur adresser des remerciements. »

—

Rapport de M. Briart, deuxième commissaire.

« Tel est le titre sous lequel les auteurs, l'un professeur à l'Université de Liège, l'autre docteur en médecine à Burdinne, proposent de grouper diverses communications sur les fouilles qu'ils ont entreprises, le long des rives de la Méhaigne, dans les grottes qui ont été habitées par l'homme des temps préhistoriques. La *première communication*, soumise aujourd'hui à notre examen, est intitulée : *La grotte du Docteur.* Le résumé si complet qu'en a fait l'honorable premier commissaire, me dispense d'entrer dans de longs détails.

Les fouilles des cavernes de notre pays, commencées dans la province de Liège par Schmerling, avec un dévouement si absolu à la science, poursuivies d'une façon si brillante par M. Éd. Dupont dans la province de Namur, ne peuvent pas être abandonnées; l'Académie doit des encouragements à ceux qui s'occupent de les continuer. Tout n'a pas été dit, en effet, sur les premiers habitants de la Belgique, sur leurs mœurs et leur industrie, sur les animaux qui vivaient en même temps qu'eux, sur les cavernes si nombreuses dans nos terrains calcaires, dont l'origine est encore discutée, et qui servaient, semble-t-il, de principale habitation, soit à l'homme, soit à quelques-uns de ces animaux troglodytes comme lui. Beaucoup d'obscurité persiste sur le mode de remplissage de ces cavernes aux temps quaternaires ou plus récents, et sur une foule d'autres questions qu'il est inutile d'énumérer ici.

Il est surtout un point sur lequel l'attention des explorateurs doit principalement être attirée : c'est la recherche des relations qui doivent exister entre les terrains de rem-

plissage des cavernes et les dépôts extérieurs. Des divergences de vue continuent à exister entre les savants les plus compétents sur le synchronisme de ces deux ordres de dépôts. Les fouilles des cavernes, conduites avec méthode et intelligence, soulèvent tour à tour un coin du voile qui nous cache, non seulement les commencements mystérieux de l'humanité, mais encore les causes des phénomènes qui en ont été contemporains et qui paraissent être spéciaux à cette époque géologique. Nous ne devons pas perdre de vue que toutes ces recherches contribuent à compléter un des chapitres les plus difficiles de la géologie, la théorie des temps quaternaires, si rapprochés de nous, et cependant si discutés.

Le travail qui nous est soumis n'a pas la prétention de résoudre toutes ces questions; mais, comme vous l'a montré notre savant confrère M. Dewalque, il n'en constitue pas moins une importante contribution à leur étude et quelques points essentiels se trouvent déjà élucidés.

C'est donc avec empressement que je me joins à lui pour vous proposer l'impression du travail de MM. Fraipont et Tihon dans les *Mémoires* in-8° de l'Académie, et de voter des remerciements aux auteurs. »

Rapport de M. P.-J. Van Beneden, troisième commissaire.

« Je me rallie volontiers aux conclusions de mes honorables confrères, tout en me demandant si trois ou quatre planches ne suffiraient pas à reproduire les objets les plus importants. »

Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

Sur quelques propriétés de transformations linéaires;
par J. Deruyts.

Rapport de M. C. Le Paige.

« Je me vois forcé, par la nature même du travail de M. Deruyts, à exprimer seulement ma pensée sur sa valeur, sans entrer dans le détail de théorèmes et de procédés de démonstration dont l'analyse serait malaisée.

Je me bornerai donc à signaler l'intérêt que présentent les nouvelles recherches de notre jeune collègue, et la sagacité avec laquelle il a su appliquer diverses théories, qu'il a communiquées récemment à la Classe, à des sujets intéressants. C'est ainsi qu'il déduit de quelques remarques fort simples, et pour ainsi dire sans effort, la généralisation de théorèmes curieux et importants dus à l'illustre géomètre anglais, M. Sylvester. Aussi est-ce avec un grand plaisir que je propose à la Classe de voter l'impression de la note de M. Deruyts dans le *Bulletin* de la séance. »

M. Mansion, second commissaire, se rallie aux conclusions de M. Le Paige et exprime le vœu de voir prochainement M. J. Deruyts réunir en un mémoire d'ensemble ses travaux sur la théorie des formes algébriques. — Adopté.

—

Sur les ballons dirigeables; par Charles Weiler.

Rapport de M. Maus.

« M. Charles Weiler a présenté à l'Académie un mémoire sur les ballons dirigeables.

L'auteur compare d'abord les ballons à air chaud et à gaz hydrogène pur ou carburé et donne la préférence à l'emploi de l'air chaud.

Il décrit ensuite une mongolfière, qui a la forme sphérique allongée par le bas, et présentant les dispositions suivantes :

L'enveloppe en soie gommée est soutenue par des méridiens en jonc attachés, par leurs extrémités inférieures, à un anneau en fer qui forme le bord de l'ouverture inférieure du ballon; les extrémités supérieures des méridiens sont fixées au sommet d'une tige en bois qui constitue l'axe rigide du ballon; elle traverse l'ouverture précitée et porte, à son extrémité inférieure, une plateforme circulaire en bois qui compose le fond de la nacelle complétée par un cylindre en tôle reposant sur le contour de la plateforme, mais sans y adhérer, afin de pouvoir faire tourner le cylindre sur la plateforme.

L'air contenu dans l'enveloppe imperméable est chauffé par un tuyau en toile d'amiante faisant l'office de cheminée; ce tuyau est fixé à l'anneau qui relie les méridiens, fait plusieurs tours en spirale dans l'intérieur et laisse échapper les gaz chauds dans l'atmosphère près du sommet du ballon.

Un foyer, placé sous la cheminée, produit les gaz chauds, mais l'inventeur s'est réservé d'indiquer plus tard le combustible à employer.

La dernière partie du mémoire contient la description des appareils moteurs qui comprennent : une vis pneumatique établie en avant du ballon et un ventilateur placé à l'arrière; tous deux sont installés au niveau du grand diamètre horizontal du ballon et soutenus par de légères charpentes en fer qui sont attachées au cylindre en tôle de la nacelle.

Une transmission de mouvement communique, au ventilateur et à la vis pneumatique, le mouvement d'un arbre à manivelle mû par un homme placé dans la nacelle.

L'auteur croit que l'aspiration produite par la vis pneumatique et le courant d'air injecté par le ventilateur contre l'aérostat le mettront en mouvement.

Enfin, pour donner la direction, il suffit, d'après le mémoire, de faire tourner le cylindre en tôle sur la plateforme en bois qui fait corps avec le ballon.

La lecture de ce mémoire fait naître les réflexions suivantes :

Les premiers appareils construits par Mongolfier étaient gonflés par l'air chaud; mais, dès 1783, MM. Charles et Robert ont remplacé l'air chaud par l'hydrogène; depuis lors, l'air chaud a été rarement employé, puis complètement abandonné.

Le gaz d'éclairage ou hydrogène carburé, d'un poids spécifique plus grand que l'hydrogène mais plus facile à se procurer, a souvent remplacé l'hydrogène pur, lorsque l'aérostat étant soumis à l'action des courants atmosphériques son volume peut être agrandi sans inconvénient. Mais les ballons dirigeables devant emporter un moteur aussi puissant que possible et offrir la moindre prise aux courants contraires, doivent contenir le gaz le plus léger,

afin de pouvoir, à volume égal, soutenir la plus grande charge.

Comparant l'air chaud à l'hydrogène, on trouve que 1^{m3} d'air chauffé à 400^o c. (335^o déterminant la fusion du plomb) et sous la pression barométrique de 0^m76 pèse 0^k523, tandis que 1^{m3} d'hydrogène à 0^o et pression barométrique de 0^m76 pèse . . . . 0^k090.

C'est donc l'hydrogène pur qui doit être préféré pour essayer de résoudre le difficile problème de la navigation aérienne.

Les méridiens en jonc, la cheminée en amiante, le foyer et le combustible deviennent inutiles lorsqu'on emploie l'hydrogène.

Si le ventilateur et la vis pneumatique du ballon décrit dans le mémoire, avaient des points d'appui en dehors du corps à mouvoir, ces appareils moteurs pourraient exercer un certain effort de propulsion, mais réagissant sur des appuis fixés au ballon, leur action motrice devient nulle.

Pour changer la direction en faisant tourner le cylindre en tôle sur la plateforme en bois, il faut que cette plateforme oppose une résistance que l'on n'aperçoit pas, la plateforme et le ballon pouvant tourner sans difficulté autour de l'axe vertical.

En résumé, ce mémoire ne contient aucune disposition nouvelle utilement applicable aux appareils de locomotion aérienne, et je suis d'avis de n'y donner aucune suite. »
— Adopté.

Nouvelles recherches sur quelques formules de calcul intégral; par J. Beaupain.

Rapport de M. E. Catalan, premier commissaire.

« Ce nouveau Mémoire complète celui qui a été, il y a quelques mois, approuvé par l'Académie. M. Beaupain, creusant son sujet, cherche les cas, très nombreux, dans lesquels les transcendantes

$$\int_0^1 x^{\frac{q-p}{2}-1}(1+x)^p\,dx\ (^*),\quad \int_0^1 x^{\frac{q-s-r}{2}}(1-x)^r(1+x)^s\,dx,$$

$$\int_0^1 \frac{(1+x)^r(1-x)^s-(1-x)^r(1+x)^s}{x}\,dx$$

sont réductibles à la fonction Γ; et, bien entendu, il démontre les formules qui permettent d'effectuer cette réduction.

Certaines intégrales définies, considérées par le jeune Géomètre, sont surtout intéressantes, parce qu'elles ont été

(*) Celle-ci est, pour ainsi dire, *conjuguée* de l'*intégrale eulérienne :*

$$\int_0^1 x^{\frac{q-p}{2}-1}(1-x)^p\,dx.$$

traitées autrement par l'illustre Legendre. Ce sont, par exemple, les quantités :

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1+x^4}}, \quad \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^8}},$$

qu'il ramène aux intégrales elliptiques de première espèce (*). Au contraire, comme nous l'avons déjà dit, M. Beaupain les réduit aux fonctions Γ. Pour la seconde, cette réduction est évidente et connue; mais il n'en est pas de même à l'égard de la première; et, à plus forte raison, pour les intégrales

$$\int_0^1 \frac{x^2dx}{(1+x^4)\sqrt{1-x^8}}, \quad \int_0^1 \frac{x^6dx}{(1+x^4)\sqrt{1-x^8}}, \text{ etc.}$$

A priori, on ne voit pas qu'elles soient réductibles aux intégrales eulériennes. Il semble donc, si je ne me trompe, que M. Beaupain a complété, utilement, une théorie difficile et intéressante. Je n'ai pu, faute de temps, refaire tous les calculs contenus dans le nouveau Mémoire; mais, par la manière dont ils sont présentés et par les vérifications auxquelles s'est livré l'Auteur, il y a lieu de les croire exacts. D'ailleurs, il pourra les revoir encore.

En résumé, le nouveau Mémoire de M. Beaupain me paraît valoir, pour le moins, celui qui a reçu l'approbation de l'Académie, et j'ai l'honneur d'en proposer l'impression dans le *Recueil* in-4°. »

(*) *Traité des fonctions elliptiques*, t. II, p. 382.

Rapport de M. P. Mansion, second commissaire.

« Dans son premier mémoire, M. Beaupain a réduit un certain nombre d'intégrales trigonométriques aux intégrales algébriques suivantes :

$$A = \int_0^1 x^{p-1}(1+x)^r\,dx,$$

$$B = \int_0^1 x^{p-1}(1-x)^{q-1}(1+x)^r\,dx,$$

$$C = \int_0^1 \frac{(1+x)^{r-1}(1-x)^{s-1} - (1-x)^{r-1}(1+x)^{s-1}}{x}\,dx.$$

Dans le travail actuel, il parvient à exprimer, dans certains cas, les intégrales A, B, C, au moyen de la fonction gamma, en cherchant directement la valeur des intégrales trigonométriques dont nous venons de parler. Pour cela il développe, au moyen de la formule connue, les sinus ou cosinus d'un multiple entier d'un angle φ, en fonction des puissances de sin φ et de cos φ; il multiplie les deux membres de la formule obtenue par $\sin^r \varphi \cos^s \varphi$, intègre entre les limites 0 et $\frac{1}{2}\pi$ et observe alors que le second membre est une somme de fonctions eulériennes de première espèce.

Nous n'avons pu vérifier en détail les calculs assez laborieux de M. Beaupain; mais la méthode ingénieuse que nous venons d'esquisser est légitime, et l'on comprend à priori qu'elle doive permettre de réduire un assez grand nombre d'intégrales définies à la fonction gamma. D'ailleurs,

nous avons recherché à ramener directement aux eulériennes plusieurs des intégrales considérées par M. Beaupain, et nous avons trouvé des résultats concordant avec les siens.

Nous proposons donc à la Classe, avec votre premier rapporteur, de voter l'impression du second travail de M. Beaupain daus le *Recueil* in-4° de l'Académie, comme elle l'a fait pour le premier. Peut-être y aurait-il avantage à les fondre ensemble, afin de pouvoir rapprocher l'une de l'autre les parties similaires de ces deux mémoires.

Voici maintenant quelques remarques relatives à diverses formules de M. Beaupain, qu'il pourra probablement utiliser pendant l'impression de son travail.

1° La relation, numérotée (6), page 2 du manuscrit,

$$A' = \int_0^1 x^{\frac{p}{2}-1}(1+x)^{-p}\,dx = \cos p\frac{\pi}{2}\,\frac{\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)\Gamma(1-p)}{\Gamma\left(1-\frac{p}{2}\right)}, \quad (6)$$

peut se mettre sous une forme plus simple et elle subsiste même si p est égal ou supérieur à l'unité. On a, en effet,

$$\Gamma(1-p) = \frac{\pi}{\sin p\pi}\,\frac{1}{\Gamma p}, \qquad \Gamma\left(1-\frac{p}{2}\right) = \frac{\pi}{\sin p\frac{\pi}{2}}\,\frac{1}{\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)}.$$

Par suite, le second membre de la relation (6) devient

$$\frac{1}{2}\,\frac{\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)}{\Gamma p} = \frac{1}{2}\,\mathrm{B}\left(\frac{p}{2}, \frac{p}{2}\right).$$

On a donc

$$A' = \frac{1}{2} B\left(\frac{p}{2}, \frac{p}{2}\right).$$

On peut établir directement cette formule de la manière suivante. Faisons, dans A', $x = y^{-1}$. Nous trouverons

$$A' = \int_1^{\infty} y^{\frac{p}{2}-1} (1 + y)^{-p}\, dy.$$

Par suite,

$$2A' = \int_0^1 x^{\frac{p}{2}-1} (1+x)^{-p}\, dx + \int_1^{\infty} y^{\frac{p}{2}-1} (1+y)^{-p}\, dy = \int_0^{\infty} \frac{t^{\frac{p}{2}-1}\, dt}{(1+t)^p},$$

ou encore, avec la seule condition que p soit positif,

$$A' = \frac{1}{2} B\left(\frac{p}{2}, \frac{p}{2}\right).$$

2° L'intégration par parties appliquée k fois à l'intégrale A, la ramène à

$$\int_0^1 x^{p-k-1} (1 + x)^{r+k}\, dx,$$

comme le remarque l'auteur en bas de la page 5 de son manuscrit. Si cette dernière intégrale est du type A', c'est-à-dire si

$$2(p - k) + r + k = 0 \qquad \text{ou} \qquad 2p + r = k,$$

l'intégrale A est ramenée aux eulériennes, un peu plus rapidement que si l'on suppose préalablement $r + 1 > 0$.

Dans le cas où $r = -1$, la réduction ne peut se faire en intégrant par parties, mais elle s'opère plus simplement encore, en observant que

$$\frac{x^{p-1} - (-1)^k x^{p-1-k}}{x+1}$$

est une expression immédiatement intégrable. Par suite, l'intégrale

$$\int_0^1 \frac{x^{p-1}\,dx}{x+1}$$

se réduit à

$$\int_0^1 \frac{x^{p-k-1}\,dx}{x+1} = \int_0^1 x^{p-k-1}(1+x)^{-1}\,dx$$

du type A' si $p - k = \frac{1}{2}$ ou $2p - 1 = 2k$, c'est-à-dire $2p + r = 2k$, puisque $r = -1$.

4° L'intégrale, dite de Poisson,

$$\int_0^\infty \frac{e^{2\beta x} - e^{-2\beta x}}{e^{\pi\beta} - e^{-\pi\beta}}\,d\beta = \operatorname{tang} x$$

se déduit sans peine de celle-ci

$$\int_0^1 \frac{x^{p-1} - x^{-p}}{1-x}\,dx = \pi \cot p\pi,$$

qui se trouve dans les *Exercices de calcul intégral* de Legendre, t. I, p. 264, et est due sans doute à Euler. Il faut donc citer ces derniers géomètres plutôt que Poisson, en haut de la page 8.

5° On peut obtenir de nouveaux cas de réduction des

intégrales B, en intégrant entre zéro et l'unité l'identité suivante, où l'on a fait $u = 1 + x$:

$$d.x^p (1-x)^q u^{r+1} = x^{p-1} (1-x)^{q-1} u^r \,\mathrm{K}$$
$$\mathrm{K} = \{pu(2-u) - qu(u-1) + (r+1)(2-u)(u-1)\}.$$

6° Les intégrales C peuvent s'exprimer au moyen d'intégrales de même forme, où les exposants r et s sont augmentés ou diminués d'une unité et d'intégrales de la forme B. Il suffit pour cela de multiplier chacun des termes du numérateur par l'unité, mise sous la forme $(1 + x) - x$, ou $(1 - x) + x$, ou encore de remplacer

$$(1 \pm x)^{r-1}, \quad (1 \mp x)^{s-1}$$

respectivement par

$$(1 \pm x)^{r-2} \pm x(1 \pm x)^{r-2}, \quad (1 \mp x)^{s-2} \mp x(1 \mp x)^{s-2}.$$

Si nous ne nous trompons, cette remarque permet de ramener la réduction des intégrales C à celles des intégrales B. »

Les conclusions des commissaires sont adoptées par la Classe.

Sur deux nouveaux Bryozoaires des environs de Naples ; par Ed. Pergens.

Rapport de M. P.-J. Van Beneden.

« La notice de M. Pergens, *Sur deux nouveaux Bryozoaires cténostomes des environs de Naples*, a pour objet, comme le titre l'indique, la description de deux nouveaux genres, dans cet intéressant groupe.

Cette notice est accompagnée de deux planches représentant quelques Zoecies grossiers et de grandeur naturelle.

Comme M. Pergens a l'intention de publier ultérieure-

ment le résultat de ses recherches embryologiques et histologiques sur ces animaux, nous sommes d'avis que cette notice ne pourra que gagner à être accompagnée de ces recherches.

Nous avons, par conséquent, l'honneur de proposer à la Classe de ne proposer l'impression que quand cette description sera accompagnée du résultat de ces derniers travaux. »

M. Éd. Van Beneden et F. Plateau, autres commissaires, s'étant ralliés à ces conclusions, elles sont mises aux voix et adoptées.

Recherches sur les organismes inférieurs. La loi psychophysique de Weber vérifiée pour l'héliotropisme d'un champignon ; par Jean Massart.

Rapport de M. Delboeuf, premier commissaire.

« La note soumise par M. Massart à l'examen de la Classe des sciences, est intéressante. Par une expérience très ingénieuse et très simple, l'auteur établit un fait vraiment curieux. Ses recherches ont porté sur l'héliotropisme d'un petit champignon de moisissure, le *Phycomyces nitens.*

Il se trouve que ce champignon soumis aux actions opposées de deux lumières de même nature, mais inégales, s'incurve toujours vers la plus forte, du moment que leurs intensités respectives sont dans le rapport de 5 à 6, ou, plus exactement, de 100 à 118, quelles que soient d'ailleurs leurs intensités absolues.

Des faits analogues avaient déjà été constatés par d'autres savants, mais ils étaient loin d'atteindre une pareille précision.

La loi énoncée par M. Massart pour cette mucorinée, est une loi de proportionnalité, comme il s'en rencontre un grand nombre dans toutes sortes de domaines.

Il la rapproche de la loi de Weber, et il en a le droit. Je me permets cependant de lui faire observer qu'il ne peut s'agir dans l'espèce d'une loi *psychophysique*.

Fechner a donné aux lois découvertes par Weber le nom de psychophysiques, parce que, dans son idée, elles exprimaient des rapports entre un élément psychique, la sensation, et un élément physique, la cause extérieure, lumière, poids, son, etc. Mais ici, quoi qu'en pense M. Massart, l'élément psychique me semble faire défaut, ou du moins, il est inutile de le faire intervenir.

C'est une affirmation gratuite et à première vue contestable de dire que l'incurvation du *Phycomyces* est « la manifestation extérieure de la sensation » et en donne la mesure. Un fruit se colore différemment suivant qu'il est frappé par la lumière directe ou la lumière réfléchie — y a-t-il là quelque chose de plus qu'une action chimique analogue à celle dont la photographie nous donne tant d'exemples? N'est-il pas aujourd'hui téméraire et en tout cas oiseux de le prétendre, en vue de l'explication des faits? C'est là non simplement les expliquer, mais les interpréter; et quoi qu'il en soit de cette interprétation, la flexion des plantes vers la lumière n'en reste pas moins un phénomène chimico-mécanique, biomécanique, si l'on veut, mais non psychophysique.

Au surplus, ce que j'en dis ici n'est qu'une critique accessoire ne touchant en rien au fond du travail, qui figurera honorablement dans les travaux de la Classe.

Je propose, en conséquence, de l'insérer dans les *Bulletins* et d'adresser des remerciements à l'auteur.

—

Rapport de M. Errera, second commissaire.

« Pfeffer a prouvé récemment que les spermatozoïdes des Fougères et des Mousses, ainsi que beaucoup d'organismes inférieurs, sont très sensibles à certains excitants chimiques. Il a étudié la loi suivant laquelle se manifestent ces phénomènes de *chimiotropisme*, et il a vu qu'il existe ici une proportionnalité semblable à celle que la loi « psychophysique » de Weber exprime.

Les expériences de M. Massart établissent la même relation pour la sensibilité héliotropique du *Phycomyces nitens*.

Le savant premier commissaire estime qu'il n'y a pas lieu de parler de loi *psychophysique* (ce qui implique un élément psychique) lorsqu'il s'agit d'un simple Champignon. Je pense, comme lui, que la physiologie végétale n'a rien à gagner à l'emploi de ce terme. Mais voici la difficulté. L'héliotropisme des plantes est un vrai phénomène d'irritabilité, et je ne vois aucune différence essentielle qui le sépare des phénomènes d'irritabilité des animaux inférieurs. Pour être conséquent, il faut, dès lors, s'interdire de faire intervenir un élément psychique dans tous les actes des animaux les plus simples. Et celui-là sera bien habile qui nous montrera où commence, à ce point de vue, la série des animaux supérieurs.

Mais c'est là une question que M. Massart n'avait pas à traiter. La note qu'il nous adresse ajoute un fait nouveau et intéressant à nos connaissances sur l'héliotropisme. C'est donc avec plaisir que je me joins à mon savant confrère, M. Delbœuf, pour proposer l'impression de cette note dans le *Bulletin* de l'Académie et l'envoi de remerciements à l'auteur. » — Adopté.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Crépin annonce que le monument de Léopold Cornet, ancien membre de la Classe, a été inauguré le 25 novembre dernier, dans le cimetière de Mons.

Il donne une relation de cette cérémonie, à laquelle plusieurs membres de la Classe, amis du défunt, ont pris part.

Sur les diverses apparences que présentent les images des étoiles scintillantes selon l'état du ciel. — Description du scintillomètre; par Ch. Montigny, membre de l'Académie.

Parmi les indications concernant la scintillation que j'ai transmises presque journellement à l'Observatoire, pour être insérées au *Bulletin météorologique*, figurent les caractères du *trait circulaire* que décrivent les images des étoiles dans une lunette, par le jeu du scintillomètre qui y est adapté. Cette courbe, sur laquelle s'étalent les brillantes couleurs *rouge, orangé, jaune, vert, bleu, violet,* qui caractérisent la scintillation, présente des particularités différentes selon l'état du ciel. Le temps est-il beau et sans apparence de pluie, le trait est étroit, net et précis, sans franges ni rayons sur ses bords. Au contraire, l'atmosphère est-elle plus ou moins troublée aux approches de la pluie ou sous son influence directe, le trait s'épaissit, perd de sa netteté et présente des irrégularités qui sont d'autant plus marquées que le trouble atmosphé-

rique est plus proche et plus profond. L'altération plus ou moins accusée du trait coïncide alors avec un accroissement d'intensité de la scintillation, et avec l'apparition d'un excès de teinte bleue parmi les couleurs du trait, pour annoncer un changement dans l'état atmosphérique et particulièrement la pluie.

Dès l'origine de mes observations, en 1870, la diversité des apparences du trait selon l'état du ciel attira mon attention, au point de vue de l'importance de ce caractère comme pronostic des changements qui s'y préparent. Aussi, ai-je signalé cette importance dans des travaux précédents (1). Actuellement, je me propose de préciser les caractères du trait tels qu'ils ont été spécifiés dans le *Bulletin de l'Observatoire,* depuis sa création en 1876, sous les dénominations de *trait régulier, trait diffus,* etc., et d'indiquer ensuite quelles sont les valeurs moyennes de l'intensité de la scintillation correspondant à chacun de ces caractères, puis les quantités moyennes d'eau de pluie qui ont été recueillies après l'observation des apparences pronostiquant la pluie, suivant des probabilités différentes pour celles-ci.

Les résultats que je mets en œuvre dans l'examen de ces questions, sont déduits de déterminations se rapportant à près de quatorze cents soirées, ce qui constitue un ensemble d'éléments suffisant pour les traiter.

Précisons d'abord les divers aspects du trait tels qu'ils ont été indiqués au *Bulletin,* afin de montrer d'abord leur diversité, puis pour établir une classification destinée à être utilisée par d'autres observateurs.

---

(1) *Recherches sur les variations de la scintillation des étoiles selon l'état de l'atmosphère.* Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 2e série, t. XLII, 1876, t. XLVI, 1878.

Trait régulier. — Quand l'atmosphère est calme et sereine, et que, dans ses régions supérieures, elle n'est troublée par l'approche d'aucune perturbation, qu'il fasse chaud ou froid, la ligne circulaire décrite par l'image stellaire est étroite, parfaitement régulière dans sa forme générale, et nettement limitée sur ses bords (fig. 7). Les couleurs dont la succession rapide et continue forme ce contour, sont plus vives et plus nombreuses quand le temps est froid.

Trait assez régulier. — Le contour du trait s'est sensiblement épaissi, et ses bords ne sont plus nettement limités. Le temps se prépare à la pluie.

Trait irrégulier. — Non seulement le trait est plus épais, mais il présente souvent, espacées sur son contour, des ondulations plus ou moins marquées qui détruisent la régularité géométrique de sa forme circulaire.

Trait diffus. — Le contour lumineux est fort épaissi; il a perdu toute netteté; aussi paraît-il diffus, comme s'il était estompé.

Trait frangé. — Dans un temps très troublé, les bords du trait présentent en saillie des franges plus ou moins larges; on voit parfois aussi des rayons lumineux s'élancer de ce contour suivant différentes directions (fig. 8).

Trait perlé et pointillé. — Quand l'atmosphère est profondément troublée par le passage d'une bourrasque, on remarque sur le trait, en outre des arcs colorés, des parties plus brillantes qui sont espacées sur son contour; celles-ci présentent jusqu'à certain point l'aspect de perles disposées

avec plus ou moins de régularité. Ces points lumineux sont plus brillants, plus étroits pour le trait pointillé que sur le trait perlé. Pour plus de simplicité, je n'ai conservé que la dénomination de trait pointillé dans mes communications à l'Observatoire.

Les subdivisions précédentes paraîtront peut-être trop nombreuses et susceptibles d'être réduites à une quantité moindre. Je ferai remarquer d'abord que leurs différences sont parfaitement établies par les indications précédentes; de plus, à chacune de ces apparences, qui, l'une et l'autre, ont très souvent figuré au *Bulletin*, correspond une intensité particulière de scintillation; l'ensemble de ces intensités constitue d'ailleurs, comme on le verra, une série régulière et continue. Ajoutons enfin que le P. Secchi, en procédant, à Rome, à une série d'observations d'étoiles doubles dont les composantes étaient séparées d'environ trois secondes, dans un excellent équatorial de Merts, de 217 millimètres d'ouverture, et cela, dans le but d'établir des rapports entre l'aspect de ces étoiles et les divers états du ciel, est parvenu à distinguer *six* aspects différents du système des deux étoiles, d'après les caractères de netteté ou de trouble que présentaient leurs images immobiles dans l'instrument. Ces six aspects distincts, que ce savant a parfaitement précisés, correspondent à six états particuliers de l'atmosphère, à Rome (1).

---

(1) Voici les distinctions établies par le P. Secchi:

« 1° *Atmosphère parfaite.* L'image est formée de deux disques » très petits, nettement circonscrits et définis, sans franges ni rayons. » Cet état est très rare, même à Rome. 2° *Atmosphère très bonne.* » Les disques sont encore nets et précis, mais on les voit déjà » entourés de rayons très fins et déliés. 3° *Atmosphère bonne.* Elle

Sauf pour le trait pointillé, les autres caractères du trait donnent lieu à des rapprochements intéressants entre ceux-ci et les diverses apparences que présentent les images des étoiles, selon l'état du ciel, dans une lunette ordinaire, comme on peut en juger par les indications précédentes du P. Secchi. En effet, l'atmosphère est-elle parfaite, l'image s'y présente sous forme d'un petit disque nettement défini, sans franges ni rayons. Dans les mêmes conditions, cette image décrit, dans la lunette scintillométrique, un cercle parfait, nettement limité sur ses bords. Quand l'atmosphère est plus ou moins troublée, que l'image de l'étoile dans la lunette simple paraît agrandie et même diffuse ou bordée de rayons, alors le trait circulaire décrit dans la lunette scintillométrique est plus ou moins épaissi, diffus ou bordé de rayons sur son contour. Remarquons aussi que, d'après le P. Secchi, quand l'atmosphère est mauvaise, la lunette ordinaire produit une image qui n'est plus unique, mais

---

» est assez commune lorsque le ciel est serein ; les rayons très pro-
» noncés qui entourent les images ne sont pas assez longs pour
» amener un commencement de fusion des composantes. 4° *Atmos-*
» *phère passable.* Déjà l'image de l'étoile est entourée d'une sorte
» de halo, ou anneau coloré, confus et irisé... Cet état précède la
» formation des nuages. 5° *Atmosphère mauvaise.* L'image n'est plus
» unique: elle ressemble à une fleur dont les images secondaires
» oscillantes représentent les pétales ; elle est constamment en mou-
» vement. Les images tremblent et sautillent continuellement.
» 6° *Atmosphère très mauvaise.* Le diamètre des grandes étoiles
» atteint jusqu'à 8 secondes; la lumière diffuse forme une auréole
» de plus de 20 secondes; c'est dans tout le champ comme un halo
» mal défini..... »

Annuaire du Cosmos, par l'Abbé Moigno. Année 1859, 2e partie.

multiple; qu'elle est constamment en mouvement, et ressemble à une fleur dont les images secondaires représentent les pétales. Il est évident que cette apparence correspond, dans la lunette scintillométrique, au contour lumineux présentant les caractères du trait frangé qui est occasionné par les déplacements incessants de l'image stellaire. Ce savant signale aussi ce fait qui est connu des astronomes: c'est que, par un temps troublé, les images des étoiles tremblent et sautillent continuellement. De tels déplacements occasionnent évidemment dans la lunette scintillométrique, des ondulations étendues qui détruisent la régularité de la forme circulaire du trait et caractérisent le trait irrégulier dans ma classification précédente (1).

L'observation des caractères du trait au point de vue de la prévision du temps, présente l'avantage de pouvoir s'exécuter sans le secours d'une lunette puissante. En effet, c'est au moyen d'une lunette scintillométrique de huit centimètres d'ouverture, supportant un grossissement 81, que j'ai étudié ces caractères. On conçoit que les changements de position sur la rétine qu'éprouve l'image stellaire en y décrivant un cercle, permettent de distinguer avec plus de facilité les particularités signalées, que celles qui affectent l'image de l'étoile immobile dans le champ d'un instrument plus puissant, lors de troubles atmosphériques.

---

(1) Il serait facile de vérifier l'exactitude des rapprochements comparatifs précédents, avec une lunette puissante, munie d'un scintillomètre: selon que celui-ci fonctionnera ou non, les images stellaires se présenteront soit avec les caractères scintillométriques du trait, soit avec les diverses apparences de l'étoile immobile indiquées par le P. Secchi, selon les différents états du ciel.

Remarquons ici que, pour observer convenablement les particularités dont il s'agit, il importe d'abord que la vitesse de rotation de la lame de verre du scintillomètre qui imprime le mouvement circulaire à l'image stellaire, soit telle que celle-ci décrive une courbe *fermée*, et que, d'autre part, cette vitesse ne dépasse pas certaine limite, afin d'éviter toute confusion dans la perception des caractères du trait. Tout observateur déterminera aisément, chaque soir, la vitesse qu'il conviendra de ne pas dépasser d'après l'état du ciel; il réglera en conséquence la vitesse du mécanisme moteur de la lame de verre, comme je le dirai dans la description du scintillomètre qui est annexée à ce travail.

J'ai réuni dans le tableau suivant, pour chaque caractère du trait, l'intensité moyenne de la scintillation correspondante, puis la quantité moyenne d'eau de pluie recueillie, et enfin les fréquences relatives des chutes de pluie qui suivirent l'observation du trait. Ces résultats généraux ont été déduits de tableaux particuliers se rapportant chacun à l'un de ces caractères, et au sujet desquels je dois donner quelques indications. Dans le tableau concernant le trait régulier, par exemple, je n'ai compris que des résultats obtenus pendant 362 soirées appartenant à des jours où il n'est tombé de pluie ni le jour même, ni le lendemain, ni le surlendemain de l'observation. Il importe de dire ici que, dans une même soirée, toutes les étoiles observées accusent rarement le même caractère : ainsi, parmi 7704 étoiles observées pendant les 362 soirées se rapportant au trait régulier, 6514 étoiles seulement présentèrent le trait parfaitement régulier. Pour les autres, la régularité n'était pas aussi absolue. La même remarque s'applique aux autres

caractères du trait, c'est-à-dire que, dans une même observation, la plupart des étoiles ont présenté le trait frangé, par exemple, et quelques-unes le trait simplement diffus. Dans ce cas, j'ai inscrit les éléments recueillis, pendant cette soirée, dans le tableau se rapportant au trait frangé, puisque ce caractère a été accusé par le plus grand nombre des étoiles observées le même soir (1).

Les quantités d'eau de pluie attribuées à des caractères du trait ont été recueillies le lendemain et le surlendemain de l'observation.

Quant à la fréquence des jours de pluie, elle exprime, pour chaque apparence du trait, le nombre relatif de fois où de l'eau de pluie a été recueillie les lendemain et surlendemain des soirées d'observation, comparativement au

---

(1) Voici la raison des différences que peuvent présenter les caractères du trait dans diverses parties du ciel, et que j'ai remarquées dès l'origine de mes observations. J'ai été conduit à admettre, ce qui ne peut nous surprendre d'ailleurs, qu'il existe dans l'océan aérien, surtout pendant les plus fortes tempêtes qui l'agitent, des courants qui se distinguent de la masse d'air en mouvement, par leur vitesse, leur température, ou par leur degré d'humidité, etc. On comprend, d'après ce fait, que l'on ne peut mettre en doute les différences que la scintillation doit présenter souvent, dans une même soirée, sous le rapport des caractères du trait, dans les diverses parties du ciel, où ces courants affectent d'une manière différente les rayons émanés des étoiles qui les traversent.

Rappelons ici que, dans un travail récent. j'ai montré, à l'aide de nombreux exemples, que la fréquence relative du trait pointillé qui caractérise l'influence des bourrasques, augmente, ainsi que l'intensité de la scintillation, avec la violence de ces tempêtes. (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XIV, 1887.)

nombre total de celles-ci. Ainsi, pour le trait assez régulier, par exemple, après 340 soirées où ce trait fut observé pour un grand nombre d'étoiles, on a recueilli 187 fois de l'eau de pluie à l'Observatoire les deux jours suivants. Le rapport $^{187}/_{340}$ ou 55 °/₀ exprime ainsi la fréquence relative des jours de pluie pour le trait assez régulier. Il importe de remarquer que les jours où l'on a recueilli une quantité d'eau mesurable à l'Observatoire ayant été pris seuls en considération, les fréquences relatives eussent été numériquement plus nombreuses si j'avais tenu compte des deux jours suivant chaque soirée d'observation, où il ne tomba qu'une trop petite quantité d'eau pour qu'elle pût être mesurée.

D'après ce qui précède, les fréquences relatives telles qu'elles figurent au tableau suivant, expriment aussi les *probabilités* de chutes de pluie donnant des quantités d'eau appréciables, après l'observation de chacun des caractères du trait annonçant ce phénomène.

Caractères du trait.	Intensité moyenne de la scintillation.	Quantité moyenne d'eau de pluie recueillie.	Fréquence relative de la pluie.	Nombre des soirées d'observation.
		mm.		
Régulier.	59	»	»	362
Assez régulier. .	69	5,8	55	340
Irrégulier . . .	99	6,0	67	262
Diffus.	102	6,7	70	170
Frangé	122	6,8	83	73
Pointillé	134	6,4	74	176

Ces résultats nous montrent que les caractères du trait s'accordent avec les intensités de la scintillation pour nous permettre de présager la pluie, et que les probabilités de sa chute sont d'autant plus grandes que les irrégularités du trait sont plus marquées. Les quantités moyennes d'eau de pluie recueillies après l'observation des différents caractères du trait annonçant la pluie, sont également en rapport avec ces irrégularités.

J'ai fait voir précédemment que, quand la teinte bleue prédomine relativement aux autres couleurs qui s'étalent sur le trait, cette prédominance annonce avec d'autant plus de certitude l'approche de la pluie et de pluies d'autant plus abondantes, qu'elle est plus marquée (1). Ces faits nous prouvent que, dans l'application de la scintillation à

---

(1) *De l'accord entre les indications des couleurs dans la scintillation des étoiles et les variations atmosphériques.* BULLETINS DE L'ACADÉMIE, 3e série, t. IX, 1885. Il importe de rappeler ici que, dans ce travail, j'ai expliqué la prédominance du bleu aux approches de la pluie, par ce fait que l'eau pure est bleue sous les états liquide et solide (W. Spring), et très probablement à l'état de vapeur. On conçoit ainsi que, quand il y a beaucoup d'eau dans l'atmosphère aux approches de la pluie, ou lorsqu'elle est survenue, la teinte bleue prédomine sur les autres couleurs lors des observations scintillométriques. Dans mes communications journalières à l'Observatoire, j'ai employé les expressions *très faible*, *faible*, *assez marqué*, *marqué* pour désigner les excès progressifs du bleu dans la scintillation. J'ai fait voir, par des résultats numériques, que ces expressions sont en concordance parfaite avec les variations correspondantes de l'intensité de la scintillation, de la quantité d'eau de pluie recueillie, du degré d'humidité de l'air au niveau du sol, et avec le nombre relatif des étoiles qui accusent l'un ou l'autre excès de bleu dans la même soirée.

la prévision du temps, il importe de tenir compte tout à la fois de l'intensité de la scintillation, des caractères particuliers du trait et enfin de la prédominance relative du bleu comme présage de pluie.

Il était très important de mettre ici en évidence cette concordance entre les trois espèces d'indications spécifiées, c'est-à-dire l'intensité de la scintillation, les caractères du trait et ceux des couleurs, puis de rappeler les résultats concernant la prédominance du bleu, qui est un indice de pluie important, comme je l'ai fait voir.

Remarquons ici que l'intensité de la scintillation, qui a l'avantage d'être exprimée par un nombre, est notablement affectée, non seulement par la pluie, par la neige, mais par la température de l'air, la scintillation étant d'autant plus forte que celle-ci est plus basse, toutes choses égales d'ailleurs. Il résulte de là et de tout ce qui précède, que si, dans une soirée d'observation, la scintillation est très forte, mais que le trait soit régulier pour le plus grand nombre des étoiles, et qu'il n'accuse aucun excès de bleu, les probabilités seront favorables au beau temps : dans ces conditions, il y aura lieu de présumer que la pluie ne surviendra pas tout de suite.

Voici un fait qu'il importe de signaler ici. Lorsque le ciel est favorable, le trait étant régulier, celui-ci n'offre pas la même épaisseur apparente pour toutes les étoiles observées : il paraît plus large pour les étoiles brillantes que pour celles qui le sont moins. Quoique cette différence soit indépendante de la hauteur à la quelle les étoiles sont observées, c'est surtout pour les étoiles élevées qu'elle est le plus sensible, parce que la scintillation étant très faible pour celles-ci, le trait présente alors une teinte sensiblement

uniforme qui est celle de la couleur de l'astre. Quand deux étoiles voisines, d'éclats différents, se trouvent dans le champ de la lunette, leurs images y décrivent deux circonférences de même diamètre, très rapprochées, qui se coupent : dans ces conditions, la différence des épaisseurs du trait est facilement appréciable. Si ce sont des étoiles doubles, le trait circulaire décrit par l'image de l'étoile principale est visiblement plus large que le contour très délié tracé par son compagnon. Les étoiles doubles Castor, ζ de la grande Ourse, γ d'Andromède m'ont donné fréquemment l'occasion d'observer cette différence. Ce phénomène doit être attribué, non aux diamètres absolus des étoiles, mais à un effet d'irradiation qui se produit sur la rétine malgré le mouvement circulaire de l'image d'une étoile. La vitesse de ce déplacement ne s'oppose nullement ici à la production du phénomène, car la durée d'une révolution complète de l'image stellaire est en moyenne d'un quart de seconde dans mes observations; le point lumineux repasse rapidement ainsi par les mêmes lieux de la rétine et y trace le trait lumineux sur un fond obscur. J. Plateau a constaté, comme on le sait, que l'irradiation s'étend d'autant plus sur la rétine que l'objet lumineux est plus brillant. D'après cela, on conçoit que le trait décrit par l'étoile principale d'un système double, dont l'éclat est beaucoup plus vif que celui de son compagnon, paraisse, dans la lunette scintillométrique, plus large et plus brillant que le contour décrit par cette petite étoile, qui présente *très* souvent aussi une teinte différente.

D'après ce fait, lorsque le temps est beau, le trait régulier ne présente pas rigoureusement la même épaisseur pour des étoiles dont l'éclat est très différent.

L'ensemble des résultats précédents témoigne de nou-

veau de l'importance de l'application de la scintillation à la prévision du temps. Ce fait ne doit point nous surprendre, car la lumière est un agent physique qui est excessivement sensible aux changements qu'éprouvent les milieux qu'elle traverse. L'examen si délicat des rayons émanés des étoiles après leur passage dans l'air, nous révèle, dans la scintillation, les variations de courte durée et particulièrement les troubles profonds que notre atmosphère éprouve. Un fait récent, la prévision, par la scintillation, de l'arrivée de la violente tempête du 6 décembre 1886, avant que les fluctuations barométriques l'annonçassent, nous a montré que les indications de la scintillation permettent de prévoir le temps à certaine échéance (1). Rappelons également qu'en juin 1883, en m'appuyant sur ce fait que, depuis un certain temps, la fréquence de la couleur bleue avait notablement diminué, j'annonçai que les pluies seraient moins abondantes et moins persistantes que précédemment; et il en a été ainsi (2).

Je suis persuadé que l'observation de la scintillation est apppelée à étendre nos connaissances à l'égard de phénomènes météorologiques qui se passent dans les régions supérieures de l'air. Il est à remarquer, du reste, que les observations qui seront faites dans diverses régions, au moyen de lunettes de diamètres différents avec scintillomètre, seront comparables entres elles. En effet, je démontrerai prochainement, en m'appuyant sur des observations

---

(1) *Influence des bourrasques sur la scintillation des étoiles.* Bull. de l'Acad. royale de Belgique 3e série, t. XIV, 1887.

(2) *Influence de la couleur bleue de l'eau contenue dans l'atmosphère sur la scintillation aux approches de la pluie.* Bull. de l'Acad royale de Belgique, 3e série, t. V, 1883; t. VII, 1884; t. IX, 1884.

spéciales, que l'intensité de la scintillation qui, toutes choses égales d'ailleurs, change avec la largeur de l'objectif des lunettes, varie en fonction de cette grandeur d'après une loi simple, quand les diamètres des objectifs sont dans un rapport numérique compris entre 1 et 2.

Les considérations qui précèdent m'engagent à adjoindre, comme annexes à ce travail, une description complète du scintillomètre avec les perfectionnements notables que j'ai apportés récemment à sa disposition, puis un exposé succint de la méthode d'observation que j'ai suivie. Le principe seul de l'instrument a été exposé dans les publications de l'Académie (1).

SCINTILLOMÈTRE.

Cet instrument se compose essentiellement de trois parties :

1° Une lame ou disque de verre circulaire monté obliquement sur un axe de rotation, en avant et près de l'oculaire de la lunette;

2° Le mécanisme moteur;

3° Le compteur du nombre de révolutions que la lame de verre accomplit en une seconde de temps.

La disposition telle que je vais la décrire dans ses par-

---

(1) *Nouveau scintillomètre.* BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, 2e série, t. XVII, 1864. On trouvera dans cette notice les formules sur lesquelles repose la théorie de cet instrument, qui est susceptible d'être utilisé dans des expériences d'optique où il serait nécessaire de faire décrire une circonférence à l'image d'un point lumineux.

ties principales, est celle que j'ai tout récemment adoptée pour le scintillomètre de l'Observatoire de Bruxelles, grâce à la demande obligeante de M. Folie.

Lame de verre oblique. — Fig. 1. Cette partie essentielle consiste en un disque C d'un verre blanc, exempt de stries, de 50 millimètres de diamètre environ, de 6 à 7 millimètres d'épaisseur, qui est monté obliquement, sous un angle de 16 à 17°, sur un axe de rotation T placé en avant de l'oculaire, parallèlement à l'axe de la lunette et près de celui-ci. Une ouverture centrale percée dans la lame, permet d'y sertir un anneau de cuivre qui en couvre le bord intérieur. L'ouverture est traversée par l'axe de rotation T de la lame. A la partie de cette traverse sont fixés sur cet axe deux pivots *a* et *b* de direction perpendiculaire à l'axe ; leurs extrémités pénètrent dans deux petites ouvertures qui sont pratiquées à la face intérieure de l'anneau serti dans l'ouverture centrale. Cette disposition permet de donner au disque une inclinaison qui est réglée au moyen d'une vis de pression *d*, taraudant l'extrémité d'une petite pièce de cuivre *c* fixée perpendiculairement à l'axe de rotation. Une lame métallique *e*, formant ressort, presse le disque de verre du côté opposé à la vis, de façon qu'il s'appuie avec stabilité contre sa pointe *d*.

L'axe de rotation T porte une poulie H et un pignon I. Un fil élastique sans fin *ee*, fig. 2 et 3, passant dans la gorge de la première, transmet à la lame de verre un mouvement révolutif *très régulier* qu'il reçoit du moteur, et qu'il communique au compteur par le pignon I. L'axe T est disposé, en avant de l'oculaire F de la lunette (fig. 4), parallèlement à l'axe optique, dont il n'est éloigné que de 18 millimètres environ. Dans cette disposition, que montre la figure 4 dans

son ensemble, le disque de verre est constamment traversé par le faisceau de rayons lumineux convergeant vers l'oculaire, pendant chaque révolution qu'il accomplit. A cause de l'inclinaison de la lame de verre sur son axe, celle-ci imprime aux rayons, tels que R, Y, figure 1, un déplacement latéral dans la place d'incidence, et ce plan tournant avec la lame, l'image focale *m* tourne également et forme un contour lumineux circulaire *mn*, qui paraît continu quand la vitesse de rotation est suffisante. Sur ce contour, qui est le trait, s'étalent de nombreux arcs colorés; chacun correspond à la couleur fugitive que présente l'image de l'étoile scintillante pendant le très court instant que cet arc est décrit (1).

La vitesse de rotation du disque de verre doit être telle, que le contour décrit par l'image soit fermé. Cette vitesse, qui peut dépasser la limite nécessaire à cette condition, est réglée par le mouvement du moteur, comme nous allons le voir.

---

(1) J'ai démontré précédemment que si l'on désigne par γ l'inclinaison du disque de verre par rapport à son axe de rotation, par e son épaisseur, par F la longueur focale de l'objectif de la lunette, et que, si l'on impose comme condition que le diamètre du cercle décrit par l'image de l'étoile scintillante paraisse, dans la lunette, égal à n fois le diamètre de Jupiter vu dans le même instrument, on a la relation suivante :

$$\sin\gamma = n \cdot \frac{F}{e} \cdot 0{,}00022.$$

La grandeur du trait circulaire *mn*, fig. 1, dépend, en ce qui concerne le disque de verre, de son épaisseur e, puis de son inclinaison γ. Pour le scintillomètre adapté à ma lunette, $e = 6^{mm},4$ et $\gamma = 17^o$. Dans ces conditions, le trait se présente, dans le champ de l'instrument, sous un diamètre apparent qui est un peu moindre que celui des circonférences, fig. 7 et 8.

Moteur. — C'est un mécanisme d'horlogerie D, fig. 2 et 3, à ressort, dont le mouvement est réglé par un volant V; il est adapté en dehors de la lunette sur le porte-oculaire B, fig. 4. La rapidité de son mouvement peut être réglée à l'aide d'un petit ressort *f*, fig. 2, dont la pression sur une roue pleine du moteur s'exerce au moyen de la vis *g*. Ce frein sert également à arrêter le mouvement du mécanisme lorsque les observations sont terminées. Au lieu de régler la rapidité du mouvement du moteur par la pression de *f*, qui peut varier, il est préférable de modifier cette vitesse en augmentant ou en diminuant la résistance que l'air oppose à la rapidité de la rotation du volant V, par l'obliquité plus ou moins grande de ses ailettes, que l'on fixe au commencement de chaque soirée d'observation. Les ailettes sont adaptées sur la monture *s t* de façon à recevoir une obliquité différente par rapport à la circonférence qu'elles décrivent; le changement est légitimé par ce fait, que quand la scintillation est faible, le contour *m n*, fig. 1, décrit par l'image stellaire ne présentant qu'un petit nombre de couleurs, on les énumère aisément si la vitesse de rotation de la lame C est modérée. Au contraire, quand la scintillation est forte, les couleurs étant nombreuses, il est nécessaire d'accélérer la vitesse de rotation de la lame, afin de diminuer la quantité de couleurs différentes que l'œil perçoit sur le contour *m n*, et d'en faciliter le dénombrement. Le changement de position des ailettes permet de régler avec précision la vitesse du moteur, qui reste constante.

La transmission du mouvement de rotation à la lame de verre C s'effectue à l'aide du fil sans fin *e e*, fig. 2 et 3, passant dans la gorge d'une poulie extérieure K du mécanisme

D; elle est montée sur le prolongement de l'axe de l'une de ses roues intérieures; le fil passe ensuite sur la poulie H adaptée à l'axe de rotation de la lame. Ce mode de transmission s'effectue avec plus de régularité que si le moteur D communiquait directement le mouvement au disque de verre C au moyen d'un petit engrenage spécial. D'ailleurs, l'adaptation du fil *e* permet de placer le moteur au-dessus et en dehors du porte-oculaire B.

Compteur. — Il se compose uniquement d'une roue dentée P armée de 60 dents, qui engrène avec le pignon I, formé de 6 ailes, que porte l'axe de rotation de la lame de verre C. La roue P conduite par ce pignon, accomplit ainsi une révolution quand la lame en a fait dix. L'axe S de la roue est prolongé en dehors de la platine qui supporte cette disposition et le moteur au-dessus du porte-oculaire B. Cet axe porte une aiguille destinée à indiquer le nombre de tours accomplis par la roue en un temps donné, sur un cadran adapté à la platine. Pour plus de simplicité, cette platine, ainsi que les ponts supportant les axes de la roue P et du disque de verre C, n'ont pas été indiqués sur les fig. 2 et 3.

Dans la disposition indiquée, la roue P, la poulie H et le fil *e* se trouvant au-dessus de l'axe optique RR′ de la lunette, par conséquent en dehors du champ, ne nuisent en aucune façon à la perception des couleurs produites par la scintillation, qui forment le trait circulaire *mn*, fig. 1. Ajoutons que celui-ci est notablement agrandi par l'effet des lentilles composant l'oculaire de la lunette.

Notons ici que, pour déterminer exactement le temps d'une révolution de la lame de verre C, il convient d'estimer, à l'aide d'un chronomètre à arrêt, le nombre de secondes *t* nécessaire pour que l'aiguille S accomplisse

deux révolutions, par exemple : dans ce cas le temps écoulé pendant un tour du disque de verre C sera égal à $\frac{t}{20}$. Si t égale cinq secondes, la durée d'une révolution du disque sera $0^s,25$ ou d'un quart de seconde.

Afin d'énumérer le plus exactement possible le nombre des arcs colorés, si fugitifs, qui s'étalent sur le trait *mn*, j'ai adapté en F (fig. 4) au foyer de la lentille placée derrière l'œilleton de l'oculaire, un micromètre spécial qui est représenté figures 5 et 6. Il se compose de trois fils fins, croisés diamétralement de manière à présenter, dans le champ de l'instrument, quatre secteurs égaux, opposés deux à deux, et valant chacun un seizième de cet espace circulaire. Ce micromètre étant convenablement éclairé à chaque observation, son centre est amené en coïncidence, soit avec le centre fictif de la circonférence décrite par l'image de l'étoile scintillante, soit en un point de cette circonférence. Dans la première position, fig. 5, le nombre des couleurs qui apparaissent à un instant donné sur l'arc compris entre les deux fils limitant l'un des secteurs, indique évidemment la quantité de couleurs qui s'étalent sur un *seizième* de la circonférence, laquelle présente des arcs colorés semblables sur toute son étendue. Dans la seconde position, fig. 6, la *moitié* du nombre des colorations comprises entre les fils d'un secteur, indique la quantité de changements de couleurs qui correspondent à un seizième du contour circulaire.

En combinant le nombre des arcs colorés étalés sur ce contour avec la vitesse du mouvement révolutif que le mécanisme imprime à la lame de verre, on calcule de la manière suivante le nombre de changements de couleurs que l'image de l'astre scintillant éprouve, en une seconde de temps, dans la lunette télescopique. Supposons que le

contour *mn* décrit par l'image de l'étoile présente seize arcs colorés, ce qui a lieu quand un de ces arcs occupe l'un des secteurs de la figure 5 ou un seizième du contour; si, d'après les indications du compteur, la lame accomplit une révolution en un quart de seconde, il est évident que, dans ces conditions, et vu la rapidité avec laquelle s'effectuent les variations de couleur, l'image de l'étoile scintillante éprouve *soixante-quatre changements en une seconde de temps.*

Ce résultat indique évidemment l'intensité de la scintillation de l'étoile à la hauteur au-dessus de l'horizon où on l'observe. Cette hauteur, ou plutôt la distance zénithale qui en est le complément, est immédiatement mesurée au moyen d'un petit cercle divisé G muni de son alidade et d'un niveau à bulle d'air, qui est adapté à la lunette (fig. 4).

L'observation a montré que, le même soir, c'est-à-dire sous l'influence de conditions atmosphériques variant peu, l'intensité de la scintillation d'une étoile diminue à mesure qu'elle s'élève au-dessus de l'horizon. Il importe de tenir compte de ces variations dépendant de la hauteur, qui affectent la scintillation de toutes les étoiles observées pendant une même soirée. Une loi trouvée par M. Dufour, de Morges, à l'aide d'observations faites à l'œil nu, permet de convertir l'intensité *absolue* correspondant à la distance zénithale d'observation de chaque étoile, en une intensité *relative*, qui est celle que la même étoile eût accusée si elle avait été observée à une distance zénithale choisie, à 60° par exemple. C'est à cette distance que, depuis l'origine de mes observations, je rapporte l'intensité de la scintillation des étoiles observées, après avoir vérifié l'application de la loi suivante aux observations faites à l'aide de la lunette scintillométrique. Voici la loi établie par M. Dufour : « Sauf

» près de l'horizon, la scintillation est proportionnelle au » produit que l'on obtient en multipliant l'épaisseur de la » couche d'air que traverse le rayon lumineux émané de » l'étoile, par la réfraction astronomique à la distance » zénithale où l'on considère celle-ci. » Conformément aux applications de cette loi indiquées par M. Dufour, applications qui ont été faites par ce savant dans la supposition d'une élévation de l'atmosphère égale à $^1/_{80}$ du rayon terrestre ou à 79,5 kilomètres à peu près, j'ai construit une table de réduction d'intensité de la scintillation à 60° de distance zénithale pour chaque degré de cette distance. D'après ce qui précède, elle sert à ramener l'intensité absolue, ou le nombre des variations de couleur qu'une étoile a accusées, en une seconde de temps, à une distance zénithale observée, à son intensité relative, c'est-à-dire au nombre que sa scintillation eût accusé si cette étoile avait été observée à 60° de distance zénithale, pendant la même soirée (1). Supposons que l'observation ait eu lieu à

(1) Voici quelques termes de cette table :

Distance zénithale apparente.	Coefficient de réduction.
55°	1,38
56°	1,30
57°	1,22
58°	1,14
59°	1,07
60°	1,00
61°	0,93
62°	0,87
63°	0,81
64°	0,75

Sauf pour la Polaire et quelques autres étoiles principales, mes observations ont été généralement comprises entre 48 et 68° de distance zénithale apparente.

55°, le coefficient de réduction correspondant à cette distance zénithale ayant pour valeur 1,38 dans la table, l'intensité absolue 64 calculée plus haut, réduite à 60°, devient 88. D'après ce qui précède, cette valeur représente l'intensité relative de la scintillation de l'étoile, si celle-ci avait été observée à 60° de distance zénithale.

Les fils du micromètre doivent être nécessairement éclairés à l'aide d'une petite lanterne à la main, dont la lumière est projetée dans leur direction par l'ouverture pratiquée dans le porte-oculaire, pour le passage du disque de verre.

Avant d'entreprendre des observations de scintillation, il importe de prendre quelques précautions, si elles ont lieu par la fenêtre d'un appartement. Il est nécessaire que celui-ci se trouve sensiblement à la même température que l'air extérieur, afin d'éviter les effets de courants d'air à des températures différentes qui, en se mélangeant, en avant de la lunette et près de son objectif, nuiraient à la netteté du trait.

Il est évidemment nécessaire que l'intensité moyenne d'une soirée soit déduite des intensités particulières aux quatre régions principales du ciel, lesquelles doivent être déterminées chacune par l'observation d'un certain nombre d'étoiles. Au mois d'octobre 1887, j'avais observé, depuis 1870, un total de 31817 étoiles dans le cours de 1813 soirées. A ces chiffres correspond pour chacune de celles-ci une moyenne de 17 étoiles observées.

Très souvent, grâce à la pureté de l'air, j'ai pu observer 30 à 40 étoiles par soirée ; mais, parfois aussi, lorsque le ciel se couvrit fréquemment le même soir, je n'ai pu en observer qu'un petit nombre. Ces cas ont été

Scintillomètre.

extrêmement rares, comme on peut en juger par la valeur de la moyenne précédente.

D'après tout ce qui précède, l'observation de la scintillation d'une étoile dans une même soirée, comporte les déterminations suivantes :

1° le nombre des couleurs que l'observateur perçoit sur un seizième de la circonférence du trait;

2° les différentes couleurs que l'œil y distingue;

3° la prédominance du bleu quand il y a lieu;

4° les caractères du trait;

5° la distance zénithale apparente à laquelle l'étoile scintillante est observée;

6° les heures du commencement et de la fin de l'ensemble des observations de la soirée.

Quant à la durée d'une révolution du disque de verre, pour plus de simplicité, on la détermine au commencement et à la fin de chaque soirée, si la marche du moteur ne reste point parfaitement régulière pendant tout le cours de celle-ci.

L'observation de la scintillation réclame de la part de toute personne qui voudra entreprendre cette étude, une certaine aptitude et une assiduité constante. Mais elle sera récompensée de ses travaux par des découvertes qu'elle accomplira, sans aucun doute, dans ce champ si vaste de la météorologie des régions élevées de l'atmosphère.

Sur quelques propriétés des transformations linéaires; par Jacques Deruyts, chargé de cours à l'Université de Liège.

I. — Soit un système illimité de formes à n variables :

$$\left.\begin{aligned} f &= \sum P_\alpha a_\alpha x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \ldots x_n^{\alpha_n}, \\ f_1 &= \sum P_\beta b_\beta x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} \ldots x_n^{\beta_n}, \text{ etc.} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (S)$$

P_α, P_β, ... représentant les nombres polynomiaux.

Désignons par $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ les variables contragrédientes de $x_1, x_2, \ldots x_n$ et par $\bar{a}$, $\bar{b}$, ... les dérivées

$$\bar{a}_\alpha = \frac{d\varphi}{da_\alpha}, \quad \bar{b}_\beta = \frac{d\varphi_1}{db_\beta}, \ldots$$

de fonctions indéterminées φ, φ_1, ... dépendant des variables x, ξ et des coefficients des formes du système (S).

Étant donnée une fonction ψ, exprimée au moyen des éléments x, ξ, a, $\bar{a}$, b, $\bar{b}$, ..., nous représenterons par

$$\frac{\partial\psi}{\partial x}, \quad \frac{\partial\psi}{\partial\xi}, \quad \frac{\partial\psi}{\partial a}, \quad \frac{\partial\psi}{\partial\bar{a}}, \quad \frac{\partial\psi}{\partial b}, \quad \frac{\partial\psi}{\partial\bar{b}}, \ldots$$

les dérivées obtenues en considérant x, ξ, a, $\bar{a}$, b, $\bar{b}$, ... comme indépendants entre eux.

Soit l_1, l_2, ... l_r, une suite de quantités composée : ou bien, des coefficients d'une forme du système (S), des coefficients a par exemple; ou bien des dérivées $\bar{a}$ correspondantes; ou bien des variables x, ou enfin des variables ξ.

Soit $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_r$ la suite des quantités contragrédientes composée ou bien des dérivées $\bar{a}$, ou des coefficients a, ou des variables ς, ou enfin des variables x.

Nous représenterons par $m_1, m_2, \ldots m_s; n_1, n_2, \ldots n_t$, etc..., des séries de quantités, différentes entre elles et analogues à la série (l) : $\mu_1, \mu_2 \ldots \mu_s; \nu_1, \nu_2 \ldots \nu_t$, etc..., représenteront de même les séries de quantités contragrédientes, analogues à la suite (λ).

On peut énoncer le théorème suivant qui ne paraît pas avoir été indiqué :

Les produits homogènes

$$\pi = l_1^{\rho_1} l_2^{\rho_2} \ldots l_r^{\rho_r} m_1^{\sigma_1} m_2^{\sigma_2} \ldots m_s^{\sigma_s} \ldots \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

$$(\rho_1 + \rho_2 + \cdots + \rho_r = \rho, \ \sigma_1 + \sigma_2 + \cdots + \sigma_s = \sigma, \ldots)$$

sont cogrédients des quantités

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial \lambda_1}\right)^{\rho_1} \left(\frac{\partial \psi}{\partial \lambda_2}\right)^{\rho_2} \cdots \left(\frac{\partial \psi}{\partial \lambda_r}\right)^{\rho_r} \left(\frac{\partial \chi}{\partial \mu_1}\right)^{\sigma_1} \cdots \left(\frac{\partial \chi}{\partial \mu_s}\right)^{\sigma_s} \cdots, \quad . \quad . \quad (B)$$

$$\frac{\partial^\rho \psi_1}{\partial \lambda_1^{\rho_1} \partial \lambda_2^{\rho_2} \ldots \partial \lambda_r^{\rho_r}} \cdot \frac{\partial^\sigma \chi_1}{\partial \mu_1^{\sigma_1} \partial \mu_2^{\sigma_2} \ldots} \cdots, \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

et

$$\frac{\partial^{\rho + \sigma + \cdots} \psi_2}{\partial \lambda_1^{\rho_1} \partial \lambda_2^{\rho_2} \ldots \partial \mu_1^{\sigma_1} \partial \mu_2^{\sigma_2} \ldots}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (D)$$

$\psi, \chi, \ldots \psi_1, \chi_1, \ldots \psi_2$ *étant des fonctions quelconques.*

Pour le démontrer, nous introduirons de nouveaux éléments, savoir : 1° des variables $y_1, y_2 \ldots y_n; \eta_1, \eta_2 \ldots \eta_n$ cogrédientes des x et des ξ; 2° des formes

$$\left.\begin{aligned} f' &= \sum \mathrm{P}_\alpha a'_x y_1^{\alpha_1} y_2^{\alpha_2} \ldots y_n^{\alpha_n}, \\ f'_1 &= \sum \mathrm{P}_\beta b'_\beta y_1^{\beta_1} y_2^{\beta_2} \ldots y_n^{\beta_n}, \text{ etc.} \ldots \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (S')$$

des mêmes ordres que les formes du système (S); 3° les dérivées

$$\bar{a}'_x = \frac{d\varphi'}{da'_x}, \qquad \bar{b}'_\beta = \frac{d\varphi'_1}{db'_\beta}, \text{etc.}\ldots,$$

de fonctions φ', φ'_1... qui dépendent uniquement des variables (y), (η) et des coefficients du système (S'). Enfin, nous représenterons par (λ') (μ')... les quantités (λ) (μ)... dans lesquelles on a substitué aux lettres x, ξ, a, $\bar{a}$, b, $\bar{b}$... les lettres y, η, a', $\bar{a}'$, b', $\bar{b}'$; de même (B'), (C'), (D') représenteront les quantités (B), (C), (D), dans lesquelles on a substitué aux lettres λ, μ, ... les lettres λ', μ' ...

Supposons

$$\psi = l_1\lambda'_1 + l_2\lambda'_2 + \cdots + l_r\lambda'_r,$$

$$\chi = m_1\mu'_1 + m_2\mu'_2 + \cdots + m_s\mu'_s, \text{ etc.}\ldots,$$

$$\psi_1 = \frac{1}{\rho!}(l_1\lambda'_1 + l_2\lambda'_2 + \cdots)^\rho,$$

$$\chi_1 = \frac{1}{\sigma!}(m_1\mu'_1 + m_2\mu'_2 + \cdots)^\sigma, \text{ etc.}\ldots,$$

$$\psi_2 = \frac{1}{\rho!\,\sigma!\ldots}(l_1\lambda'_1 + l_2\lambda'_2 + \cdots)^\rho (m_1\mu'_1 + m_2\mu'_2 + \cdots)^\sigma \ldots;$$

ces fonctions sont égales à leurs transformées par une substitution linéaire des variables x (*).

(*) Après la transformation linéaire des variables x, les dérivées analogues à $\bar{a}_\alpha$ sont remplacées par les dérivées des *mêmes* fonctions φ par rapport aux coefficients a_x transformés; semblablement, les dérivées contenues dans les expressions (A), (B), (C), (D) sont remplacées par les dérivées des *mêmes* fonctions ψ, χ ... par rapport aux éléments λ, μ, ... transformés.

Pour ce cas particulier, les quatre séries de quantités (A), (B′), (C′), (D′) sont cogrédientes : en effet, elles sont identiques et il en est de même de leurs transformées. D'autre part, une substitution linéaire des variables détermine, pour les quantités (A), (B′), (C′), (D′), des transformations linéaires indépendantes du choix des fonctions $\psi, \chi \ldots$; les quantités (A), (B′), (C′), (D′) sont donc cogrédientes dans le cas général.

En supposant

$$y = x, \quad \eta = \xi, \quad a' = a, \quad \bar{a}' = \bar{a}, \ldots$$

on voit que les quantités (A), (B), (C), (D) sont cogrédientes entre elles.

En particulier, on retrouve une propriété bien connue, en supposant que les variables x ou ξ sont les seuls facteurs des produits π et qu'en outre les fonctions $\psi, \chi \ldots$ ne contiennent pas les dérivées $\bar{a}, \bar{b} \ldots$

La méthode que nous avons suivie permet encore de démontrer cette autre propriété :

Les produits

$$\frac{\partial^{\rho+\sigma+\cdots}\psi_1}{\partial\lambda_1^{\rho_1}\partial\lambda_2^{\rho_2}\ldots\partial\mu_1^{\sigma_1}\partial\mu_2^{\sigma_2}\ldots} \cdot \frac{\partial^{r'+s'+\cdots}\chi_1}{\partial\lambda_1^{r_1}\partial\lambda_2^{r_2}\ldots\partial\mu_1^{s_1}\partial\mu_2^{s_2}\ldots} \cdots \quad \text{(E)}$$

sont cogrédients des dérivées

$$\frac{\partial^{\theta}\psi}{\partial\lambda_1^{\rho_1}\ldots\partial\mu_1^{\sigma_1}\partial\mu_2^{\sigma_2}\ldots\partial\lambda_1'^{r_1}\partial\lambda_1'^{r_2}\ldots\partial\mu_1'^{s_1}\partial\mu_2'^{s_2}\ldots} \quad \text{(F)}$$

$$\left(\begin{array}{c} r' = r_1 + r_2 + \cdots, \quad s' = s_1 + s_2 + \cdots \\ \theta = \rho + \sigma + \cdots + r' + s' + \cdots \end{array}\right).$$

II. — Sous certaines conditions, on peut déduire d'une fonction invariante d'autres fonctions invariantes, en remplaçant une série de quantités par une série de quantités cogrédientes (*). Nous ferons usage, à ce point de vue, des résultats obtenus dans le paragraphe précédent.

Soit I une fonction invariante : supposons les fonctions $\varphi, \varphi_1 \ldots \varphi', \varphi'_1 \ldots \psi, \chi \ldots \psi_1, \chi_1 \ldots \psi_2$, invariantes et indéterminées : la fonction I conserve sa propriété d'invariance, quand on y remplace les éléments $\bar{a}, \bar{b}, \ldots$ par $\bar{a}', \bar{b}', \ldots$ (§ I). Nous pouvons énoncer ce théorème :

Le caractère d'invariance de la fonction $\mathrm{I}(\mathrm{x}, \xi, \mathrm{a}, \bar{\mathrm{a}}, \mathrm{b}, \bar{\mathrm{b}} \ldots)$ *n'est pas altéré, si l'on remplace les produits* (A) *par l'une ou l'autre série d'expressions* (B), (C), (D) (**).

D'après la supposition indiquée ci-dessus, on peut vérifier la propriété d'invariance de la fonction I, en faisant *seulement* usage des formules qui expriment les quantités $x, \xi, a, b, \bar{a}, \bar{b} \ldots$ au moyen de leurs transformées respectives. On peut, du reste, trouver facilement des fonctions I satisfaisant à cette condition. En effet, soient deux fonctions invariantes

$$\mathrm{J} = \mathrm{J}(a_x, \; b_\beta \ldots x, \xi), \quad g = g(a, \; b \ldots x, \xi) :$$

(*) Voir la note que nous avons publiée récemment *Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e sér., t. XVI, n° 8).

(**) On obtiendra un théorème du même genre, en se servant de cette propriété que les produits (E) et les dérivées (F) sont des quantités cogrédientes.

on en déduira la nouvelle fonction invariante

$$I = J\left[\frac{1}{P_\alpha}\,\omega\left(\frac{\partial g}{\partial a_\alpha}\right),\ b_\beta \ldots x, \xi\right]$$

en prenant

$$\omega(F) = F\left(\frac{1}{P_\alpha}\,\bar{a}_\alpha,\ \frac{1}{P_\beta}\,\bar{b}_\beta, \ldots \frac{1}{P_\alpha}\,\bar{a}'_\alpha, \ldots \xi, x\right),$$

pour

$$F = F(a_\alpha,\ b_\beta \ldots\ a'_\alpha \ldots x, \xi).$$

[Voir le paragraphe V de la note citée plus haut.]

Si l'on remplace J et g par

$$J(a'_\alpha,\ b_\beta \ldots x, \xi) \quad \text{et} \quad g' = g(a',\ b' \ldots x, \xi),$$

on obtient de même la fonction invariante

$$I' = J\left[\frac{1}{P_\alpha}\,\omega\left(\frac{\partial g'}{\partial a'_\alpha}\right),\ b_\beta, \ldots x, \xi\right].$$

Il est visible que I′ et I diffèrent seulement par la substitution des lettres $\bar{a}'$, $\bar{b}'$ ... aux lettres $\bar{a}$, $\bar{b}$, ...

Applications. — 1° Soit I une fonction invariante des des degrés r, ρ ... pour les coefficients a, b ... et des degrés h, k pour les variables x, ξ : nous l'écrirons

$$I = \sum \varepsilon\, a_\alpha^{r_1} a_{\alpha'}^{r_2} \ldots b_\beta^{\rho_1} b_{\beta'}^{\rho_2} \ldots x_1^{h_1} x_2^{h_2} \ldots \xi_1^{k_1} \xi_2^{k_2} \ldots, \quad . \quad . \quad (G)$$

en représentant par ε un facteur numérique.

Par la généralisation d'un théorème de MM. Sylvester et Cayley (*), on déduit de I la fonction invariante

$$J = \sum \varepsilon_1 \left(\frac{\partial \varphi}{\partial a_\alpha}\right)^{r_1} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial a_{\alpha'}}\right)^{r_2} \cdots \left(\frac{\partial \psi}{\partial b_\beta}\right)^{\rho_1} \left(\frac{\partial \psi}{\partial b_{\beta'}}\right)^{\rho_2} \cdots \left(\frac{\partial \chi}{\partial x_1}\right)^{h_1} \left(\frac{\partial \chi}{\partial x_2}\right)^{h_2} \cdots \left(\frac{\partial \chi_1}{\partial \xi_1}\right)^{k_1} \left(\frac{\partial \chi_1}{\partial \xi_2}\right)^{k_2} \cdots,$$

en posant

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{P_\alpha^{r_1} P_{\alpha'}^{r_2} \ldots P_\beta^{\rho_1} P_{\beta'}^{\rho_2} \ldots}.$$

En appliquant à la fonction J le théorème énoncé plus haut, on voit que la quantité

$$J_1 = \sum \varepsilon_1 \frac{\partial^{r+\rho+\ldots+h+k} \psi}{\partial a_\alpha^{r_1} \partial a_{\alpha'}^{r_2} \ldots \partial b_\beta^{\rho_1} \ldots \partial x_1^{h_1} \ldots \partial \xi_1^{k_1} \ldots}$$

est invariante.

Exemple. — Prenons pour I, l'invariant simultané

$$\sum (-1)^\alpha \binom{A}{\alpha} a_\alpha a'_{A-\alpha}$$

de deux formes binaires f, f' de même ordre A. Nous aurons

$$J_1 = \sum \frac{(-1)^\alpha}{\binom{A}{\alpha}} \frac{\partial^2 \psi}{\partial a_\alpha \partial a'_{A-\alpha}}.$$

(*) Voir notre travail : *Sur la théorie des formes algébriques, etc.* (Bull. de l'Acad., 3e sér., t. XVI, n° 6, 1888).

Le nombre A étant pair, la fonction

$$J_2 = \sum \frac{(-1)^\alpha}{\binom{A}{\alpha}} \frac{\partial^2 \chi}{\partial a_\alpha \partial a_{A-\alpha}}$$

est encore invariante. Si l'on prend pour χ le résultant d'une forme quadratique $(a_0 a_1 a_2)(x_1 x_2)^2$ et d'une forme cubique $(b_0 b_1 b_2 b_3)(x_1 x_2)^3$, J_2 se réduit à l'invariant

$$a_0(b_1 b_3 - b_2^2) - a_1(b_0 b_3 - b_1 b_2) + a_2(b_0 b_2 - b_1^2).$$

2° Les produits

$$x_1^{h_1} x_2^{h_2} \ldots x_n^{h_n}, \quad \xi_1^{k_1} \xi_2^{k_2} \ldots \xi_n^{k_n},$$

contenus dans la formule (G), sont cogrédients des dérivées

$$\frac{1}{P_h} \frac{\partial \psi}{\partial H_h}, \quad \frac{\partial \chi}{\partial \overline{K}_k},$$

si H_h et K_k sont respectivement les coefficients de

$$x_1^{h_1} \ldots x_n^{h_n} \quad \text{et de} \quad x_1^{k_1} \ldots x_n^{k_n}$$

dans des formes d'ordres h et k. En remplaçant par

$$\frac{1}{P_h} \frac{\partial^2 \psi}{\partial H_h \partial \overline{K}_k},$$

les produits

$$\frac{1}{P_h} \frac{\partial \psi}{\partial H_h} \cdot \frac{\partial \chi}{\partial \overline{K}_k},$$

on voit que *le caractère d'invariance d'une fonction* I *se*

conserve si l'on substitue aux produits des variables x et ξ, *analogues à* $x_1^{h_1} \dots x_n^{h_n} \xi_1^{k_1} \dots \xi_n^{k_n}$, *les dérivées correspondantes*

$$\frac{1}{P_h} \frac{\partial^2 \psi}{\partial H_h \partial \overline{K}_k}.$$

REMARQUE. — Les modes de transformation indiqués pour les fonctions invariantes s'appliquent immédiatement aux fonctions *semi-invariantes*. Ils s'étendent de même au cas de plusieurs séries de variables. Par exemple, si $(x')(x'') \dots (x^{n)})$; $(\xi')(\xi'') \dots (\xi^{n)})$ représentent n séries de variables cogrédientes aux (x) et aux (ξ), le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \xi_1' & \xi_2' & \dots & \xi_n' \\ \xi_1'' & \xi_2'' & \dots & \xi_n'' \\ . & . & . & . & . \\ \xi_1^{n)} & \xi_2^{n)} & \dots & \xi_n^{n)} \end{vmatrix}$$

est une fonction invariante; nous l'écrirons

$$\Delta = \sum \pm \xi_1^{a)} \xi_2^{b)} \dots \xi_n^{l)},$$

$a, b, \dots l$ étant une permutation des nombres $1, 2, 3 \dots n$. On déduit de là que si U est une fonction invariante à n séries de variables, il en est de même de

$$\sum \pm \frac{\partial^n U}{\partial x_1^{a)} \partial x_2^{b)} \dots \partial x_n^{l)}}.$$

Pour $n = 2$, on retrouve une propriété indiquée par M. GORDAN dans ses *Vorlesungen uber Invariantentheorie*(*) (t. II, p. 22).

(*) Herausgegeben von G. Kerschensteiner. Leipzig, 1887.

III. — Reprenons encore les produits π [formule (A)], en écrivant d'une manière explicite

$$\pi = a_x^{r_1} a_{x'}^{r_2} \ldots (\bar{a}_x)^{\rho_1} (\bar{a}_{x'})^{\rho_2} \ldots x_1^{h_1} \ldots x_n^{h_n} \xi_1^{k_1} \ldots \xi_n^{k_n};$$

les sommes $r = \Sigma r_i$, $\rho = \Sigma \rho_i, \ldots h = \Sigma h_i$, $k = \Sigma k_i$ sont les mêmes pour tous les produits π, et actuellement les fonctions φ, $\varphi_1 \ldots$ ne sont plus assujetties à la condition d'être invariantes.

Une substitution linéaire effectuée sur les variables x détermine des substitutions linéaires pour les quantités ξ, a, $\bar{a}$, b, $\bar{b} \ldots$ Par ces substitutions, x, ξ, a, $\bar{a} \ldots$ deviennent X, Ξ, A, $\bar{\mathrm{A}} \ldots$ et les produits π sont remplacés par les expressions Π obtenues en substituant aux lettres x, ξ, a, $\bar{a}, \ldots$ les lettres majuscules correspondantes.

Soient ω et Ω les quantités déduites de π et de Π en substituant aux lettres x, ξ, a, $\bar{a} \ldots$ et X, Ξ, A, $\bar{\mathrm{A}} \ldots$ les lettres ξ, x, $\bar{a}$, $a \ldots$ et Ξ, X, $\bar{\mathrm{A}}$, A ….

Les produits (π) *sont contragrédients des quantités* (ω) *multipliées par certains coefficients numériques.*

Pour le vérifier, nous ferons usage des éléments y, η, a', $\bar{a}'$, b', $\bar{b}' \ldots$ que nous avons introduits dans une démonstration précédente (§ 1). Les fonctions

$$\Sigma a\bar{a}', \quad \Sigma a'\bar{a}, \ldots \Sigma x\eta, \quad \Sigma y\xi$$

sont égales à leurs transformées par une substitution linéaire quelconque des variables x; il en est de même de

$$\Pi = (\Sigma a\bar{a}')^r (\Sigma a'\bar{a})^\rho \ldots (\Sigma x\eta)^h (\Sigma y\xi)^k.$$

On peut écrire

$$H = \Sigma P_r P_\rho \ldots P_h P_k \pi \omega' \ (^*),$$

si l'on désigne par (ω') les quantités ω dans lesquelles on a remplacé $x, \xi, a, \bar{a} \ldots$ par $y, \eta, a', \bar{a}', \ldots$ Les quantités π et $P_r P_\rho \ldots \omega'$ se transforment linéairement (**) et elles sont nécessairement contragrédientes, d'après la propriété de la fonction H.

Il en sera de même si l'on fait $a' = a$, $\bar{a}' = \bar{a} \ldots y = x$, $\eta = \xi$: en conséquence, les produits π et $P_r P_\rho \ldots P_h P_k \omega$ sont contragrédients.

IV. — Considérons actuellement les deux substitutions *contraires* :

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= \alpha_{11} X_1 + \alpha_{12} X_2 + \cdots + \alpha_{1n} X_n, \\ x_2 &= \alpha_{21} X_1 + \alpha_{22} X_2 + \cdots + \alpha_{2n} X_n, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (T)$$

et

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= \frac{A_{11}}{\delta} X_1 + \frac{A_{12}}{\delta} X_2 + \cdots + \frac{A_{1n}}{\delta} X_n, \\ x_2 &= \frac{A_{21}}{\delta} X_1 + \frac{A_{22}}{\delta} X_2 + \cdots + \frac{A_{2n}}{\delta} X_n, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (T_1)$$

(*) $P_r = \dfrac{r!}{r_1!\, r_2! \ldots}$, $P_\rho = \dfrac{\rho!}{\rho_1!\, \rho_2! \ldots}$, etc...

(**) Le module de la transformation des quantités π ne peut pas être nul pour toute substitution des x : en supposant l'inverse, on trouverait qu'il existe une relation linéaire entre les produits π.

A_{ij} étant le mineur de α_{ij} dans le déterminant

$$\delta = \Sigma \pm [\alpha_{11}\alpha_{22} \ldots \alpha_{nn}]$$

Les variables x et ξ, par la substitution (T_1), se transforment comme les variables ξ et x par la substitution (T). D'autre part, les produits

$$\xi_1^{\alpha_1}\xi_2^{\alpha_2} \ldots \xi_n^{\alpha_n} \quad \text{et} \quad x_1^{\alpha_1}x_2^{\alpha_2} \ldots x_n^{\sigma_n}$$

sont cogrédients des coefficients a_α et des dérivées $\frac{1}{P_\alpha}\bar{a}_x$: en conséquence, les quantités a_α, $\bar{a}_\alpha$, b_β, $\bar{b}_\beta$ ..., par la substitution (T_1), se transforment comme les quantités

$$\frac{1}{P_\alpha}\bar{a}_x, \quad P_\alpha a_\alpha, \quad \frac{1}{P_\beta}\bar{b}_\beta, \quad P_\beta b_\beta \ldots$$

par la substitution (T).

D'après cette comparaison, les produits π se transforment par la substitution T_1, de la même manière que les quantités

$$\frac{1}{P_x^{r_1-\rho_1} P_{x'}^{r_2-\rho_2} \ldots} \omega \, (*),$$

par la substitution T.

Nous appellerons *produits préparés*, les expressions

$$\pi_1 = \pi \left[P_r P_\rho \ldots P_h P_k P_\alpha^{r_1-\rho_1} P_{x'}^{r_2-\rho_2} \ldots \right]^{\frac{1}{2}} :$$

(*) Le facteur numérique est indépendant de la composition de ω, par rapport aux lettres x, ξ.

les quantités contragrédientes de (π_1) seront

$$\omega_1 = \omega \left[\frac{P_r P_\rho \ldots P_h P_k}{P_\alpha^{r_1 - \rho_1} P_{\alpha'}^{r_2 - \rho_2} \ldots} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

D'après ce qui précède, les produits préparés π_1, se transforment par la substitution T_1, de la même manière que les quantités contragrédientes ω_1, par la substitution T.

Pour une même substitution T, les quantités contragrédientes (ω_1) et (π_1) se transforment selon des modules contraires. En conséquence, on est conduit au théorème suivant :

Deux substitutions contraires effectuées sur les variables, déterminent deux substitutions contraires pour les produits préparés formés au moyen des éléments x, ξ, a, $\bar{\text{a}}$, b, $\bar{\text{b}}$ ...

Supposons en particulier que les produits préparés contiennent seulement, et à la première puissance, les coefficients a d'une forme f : nous retrouvons ce théorème de M. Sylvester :

Deux substitutions contraires effectuées sur les variables d'une forme préparée induisent deux substitutions contraires sur les coefficients (*).

(*) *American Journal of Mathematics*, t. I.

On sait que M. Sylvester a désigné sous le nom de *forme préparée*, une forme dans laquelle les nombres polynomiaux sont remplacés par leurs racines carrées. Nous avons cru devoir employer la dénomination de *produits préparés*, parce que les facteurs numériques introduits ne dépendent pas seulement des coefficients considérés isolément, mais aussi de la manière dont ils sont groupés en produits.

Si l'on effectue sur les variables x la substitution T et la substitution *adjointe*

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = \dfrac{A_{11}}{\delta} X_1 + \dfrac{A_{21}}{\delta} X_2 + \cdots + \dfrac{A_{n1}}{\delta} X_n, \\ x_2 = \dfrac{A_{12}}{\delta} X_1 + \dfrac{A_{22}}{\delta} X_2 + \cdots + \dfrac{A_{n2}}{\delta} X_n, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right\} \quad \dots \quad (T_2)$$

on obtient évidemment deux transformations adjointes pour les produits préparés.

Les substitutions T_1, T_2 sont *transposées*, en ce sens que leurs modules diffèrent seulement par le changement des colonnes en rangées et réciproquement; d'après le théorème précédent, il en est de même des substitutions correspondantes pour les produits préparés. Du reste, les coefficients de la substitution T_1 peuvent être supposés tout à fait quelconques; de là résulte cette propriété :

Deux substitutions transposées effectuées sur les variables déterminent deux substitutions transposées pour les produits préparés des éléments x, ξ, a, ā, b, $\bar{\text{b}}$ ...

Cette proprieté donne comme cas particulier le théorème suivant, qui est dû à M. Le Paige (*) :

Deux substitutions transposées effectuées sur les variables induisent deux substitutions transposées sur les coefficients d'une forme préparée.

(*) *Sur une propriété des formes algébriques préparées* (Mathematische Annalen, Bd. XV).

—

Recherches sur les organismes inférieurs. — 1. *La loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme du Champignon;* par Jean Massart, docteur en sciences naturelles.

Les différents auteurs qui se sont occupés de la loi de Weber ont employé trois méthodes : celle des plus petits accroissements perceptibles, celle des cas vrais ou faux, et celle des erreurs moyennes. M. Delbœuf y a ajouté la méthode des contrastes. Dans tous ces procédés, c'est la sensation que l'on mesure. Mais la sensation est un fait intime, non communicable, ne pouvant être connu que du sujet chez qui elle se produit. De plus, la sensibilité d'un individu donné est extrêmement variable suivant l'état de repos ou de fatigue. Il était donc bien désirable de mesurer une manifestation extérieure de la sensation et non la sensation elle-même, et d'expérimenter sur des êtres chez lesquels *l'élément fatigue* peut être négligé.

Dans ses études sur la sensibilité des êtres inférieurs et des spermatozoïdes des Cryptogames vis-à-vis des substances chimiques, M. Pfeffer (1) a fait un grand nombre d'expériences sur la loi de Weber. Un *Bacterium Termo,* placé dans une solution déterminée de peptone, se dirige vers une solution de peptone cinq fois plus concentrée, tandis qu'il est indifférent à une solution dont la concen-

---

(1) W. Pfeffer. *Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize.* (Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Erster Band, p. 363.)

W. Pfeffer. *Ueber chemotactische Bewegungen von Bacterien, Flagellaten und Volvocineen* (Ibid. Bd. 2, p. 582).

tration n'est que trois ou quatre fois plus forte. Un spermatozoïde de Fougère se dirige vers une solution d'acide malique trente fois plus concentrée que celle dans laquelle il se trouve. Ainsi qu'on le voit par l'exposé de ces quelques faits, la méthode employée est celle des plus petits accroissements perceptibles; mais pour mesurer cette différence d'excitation, M. Pfeffer se base, non pas sur la sensation, mais sur le mouvement déterminé par la sensation, ce qui est une condition très favorable pour l'expérience : tandis que la sensation ne peut pas se manifester directement à nous, le mouvement produit est perçu avec la plus grande facilité. Ce qui prouve l'excellence de la méthode, c'est que jamais l'auteur n'a obtenu de résultats douteux.

M. Pfeffer suppose que les mouvements héliotropiques, phototactiques, géotropiques et haptotropiques sont soumis également à la loi de Weber.

M. Wiesner (1) a montré que certaines plantes sont des photomètres différentiels d'une extrême sensibilité. Il place une tige de *Vicia sativa,* développée à l'obscurité, entre deux sources lumineuses dont l'égalité a été vérifiée à l'aide du photomètre de Bunsen. La tige s'incline vers l'une ou l'autre des deux lumières. Cette courbure prouve que cette plante est un photomètre plus sensible que ceux dont on se sert dans les laboratoires de physique. M. Wiesner ne s'est pas occupé de la relation qui existe entre la grandeur de l'excitation et la grandeur de la réaction.

---

(1) Wiesner. *Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche :* I Theil (Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. 39, 1878); II Theil (Ibid. Bd. 43, 1880).

J'ai fait, pendant les mois d'août et de septembre derniers, des expériences sur l'héliotropisme du *Phycomyces nitens*. J'ai cherché à déterminer quelle est la plus petite différence de lumière que cette Mucorinée peut percevoir. On sait qu'une plante douée d'héliotropisme et de géotropisme positifs, placée entre deux lumières d'égale intensité et à égale distance de chacune des lumières, continue à croître verticalement. Mais pour peu que l'une des lumières soit plus forte que l'autre, la plante subit une courbure héliotropique, sur l'existence de laquelle il est impossible de se méprendre. En tout cas, la courbure ne se manifeste que s'il y a une différence entre les deux lumières. Si l'héliotropisme du *Phycomyces* suit la loi de Weber, cette différence doit être proportionnelle à l'intensité de la lumière employée, quelle que soit l'intensité absolue. C'est ce que je me suis proposé de vérifier.

Pour donner aux résultats toute la netteté désirable, diverses conditions étaient à remplir. Il fallait que les *Phycomyces* fussent cultivés dans des conditions identiques jusqu'à leur mise en expérience. Les sources de lumière devaient garder une intensité constante pendant toute la durée des expériences. Les champignons ne pouvaient pas recevoir d'autre lumière que celle qui venait des foyers. L'intensité lumineuse devait être facile à graduer.

Les cultures étaient faites dans de petits godets en porcelaine, contenant 2 centimètres cubes de gélatine nutritive. Dans une première série d'expériences, le milieu de culture se composait de :

Eau	100	parties	en poids.
Extrait de viande .	2	—	—
Sucre.	5	—	—
Gélatine	8	—	—

Dans une seconde série, je me servais de moût de bière additionné de 8 °/ₒ de gélatine. Les deux milieux conviennent également bien. Les deux séries ont donné des résultats identiques.

Les recherches ont été faites au laboratoire de physiologie de l'Université de Bruxelles, dans une salle que M. le professeur Héger a eu l'obligeance de mettre à ma disposition. Cette salle était transformée en chambre noire. J'avais pensé d'abord à employer deux lampes à incandescence. J'ai dû y renoncer à cause de l'inconstance de la lumière donnée par ces foyers. J'ai employé une lampe à pétrole à double courant d'air (système Sépulchre), dont la constance avait été vérifiée par des essais photométriques. Les *Phycomyces* étaient placés sur une planchette (*cc'* des figures 1 et 2) et recouverts d'une caisse rectangulaire allongée, ouverte aux deux extrémités pour laisser pénétrer la lumière. Pour éviter toute réflexion nuisible de la lumière, l'intérieur était enduit d'une couleur noire mate. La lampe (fig. 1, A) se trouvait au milieu de la face supérieure (fig. 1, BB') de la caisse, de sorte qu'aucun rayon lumineux parti de A n'arrivait directement aux *Phycomyces*. Sur la tablette (fig. 1, DD'), longue de 8 mètres, qui supportait tout le dispositif, étaient placés à égale distance de la lampe deux petits miroirs (fig. 1, M et M') qui réfléchissaient horizontalement la lumière. Ces miroirs avaient été découpés dans une même glace pour assurer l'égalité du pouvoir de réflexion.

Fig. 1. — A) Flamme de la lampe. — M) et M') Miroirs. — BB') Paroi supérieure de la caisse qui recouvre les *Phycomyces* en expérience — *cc'*) Planchette graduée sur laquelle reposant les *Phycomyces*. — DD') Tablette.

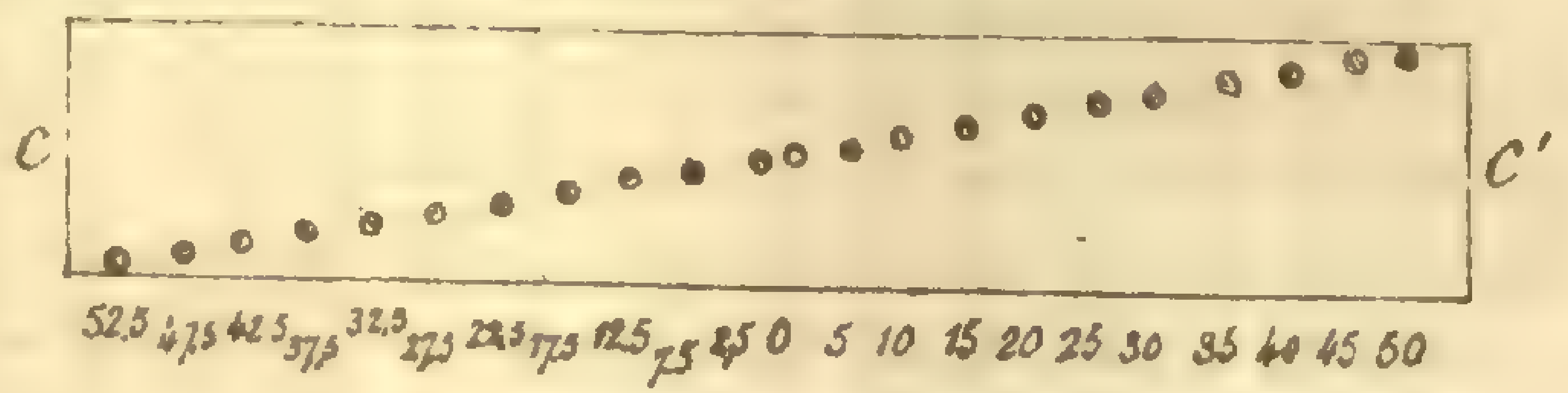


Fig. 2. — Planchette de *cc'*) de la figure 1, avec les *Phycomyces* disposés en une ligne oblique.

Ainsi que le montre la figure 2, les champignons étaient disposés en une ligne oblique, de sorte que l'ombre ne pouvait être projetée de l'un sur l'autre. L'un des *Phycomyces* était posé verticalement au-dessous de la lampe, au point O (fig. 1); ceux de droite étaient à 5, 10, 15..... 50 centimètres du premier; ceux de gauche en étaient distants de 2.5, 7.5, 12.5..... 52.5 centimètres. De cette façon chaque expérience portait sur vingt-deux cultures et équivalait en réalité à vingt-deux expériences individuelles. Lorsque les miroirs étaient fixés, le *Phycomyces* placé en O était également éclairé par chacune des images lumineuses; l'individu placé à 7.5 centimètres du milieu était à 15 centimètres plus près de l'une des lumières que de l'autre. Il est à remarquer que la distance entre chaque *Phycomyces* et les sources lumineuses est égale, d'un côté, à la ligne qui joint la plante au centre du miroir M, plus la ligne MA qui joint le miroir à la flamme; de l'autre côté, à la ligne qui joint la plante au centre du miroir M′, plus la ligne M′A.

Le dispositif employé permettait un contrôle très sérieux. Supposons que les *Phycomyces* placés à 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ne soient pas influencés, c'est-à-dire, ne présentent pas de courbure, tandis que les individus à 15 et à 17.5 soient fléchis, l'un à droite, l'autre à gauche, il faut que tous ceux qui sont placés à 20 centimètres et plus, présentent également la courbure. C'est ce qui avait toujours lieu. D'autre part, la courbure doit se montrer à droite et à gauche en des points correspondants, à 15 et à 17.5 centimètres, ou à 22.5 et à 25 centimètres, etc. Lorsque cette concordance ne se manifeste pas, lorsqu'à droite, par exemple, la courbure se montre à 20 centi-

mètres, tandis qu'à gauche elle commence seulement à 27.5 centimètres, on peut en conclure que les deux sources lumineuses ne sont pas égales : c'est ce qui arrive lorsque l'un des miroirs est déplacé accidentellement pendant le cours de l'expérience.

La graduation de la lumière était obtenue par l'éloignement et le rapprochement des miroirs M et M′ (fig. 1). J'augmentais ainsi la valeur des lignes MO + MA et M′O + M′A. Les deux miroirs étaient toujours à égale distance du point O. L'intensité lumineuse la plus faible correspondait à une distance de 7^{m},50 (7^{m},50 = MO + MA = M′O + M′A). La plus grande intensité correspondait à une distance de 2^{m},50 : elle était neuf fois plus forte que la première.

Le temps pendant lequel on laisse agir la lumière constitue un facteur important. Lorsque la durée de l'expérience est trop faible, la courbure n'est pas nette. Quand la lumière exerce son action pendant trop longtemps, les *Phycomyces* rapprochés du O peuvent eux-mêmes présenter la courbure, même pour une lumière de faible intensité. Une exposition de quatre heures m'a paru la plus convenable : c'est toujours après quatre heures que les observations ont été faites.

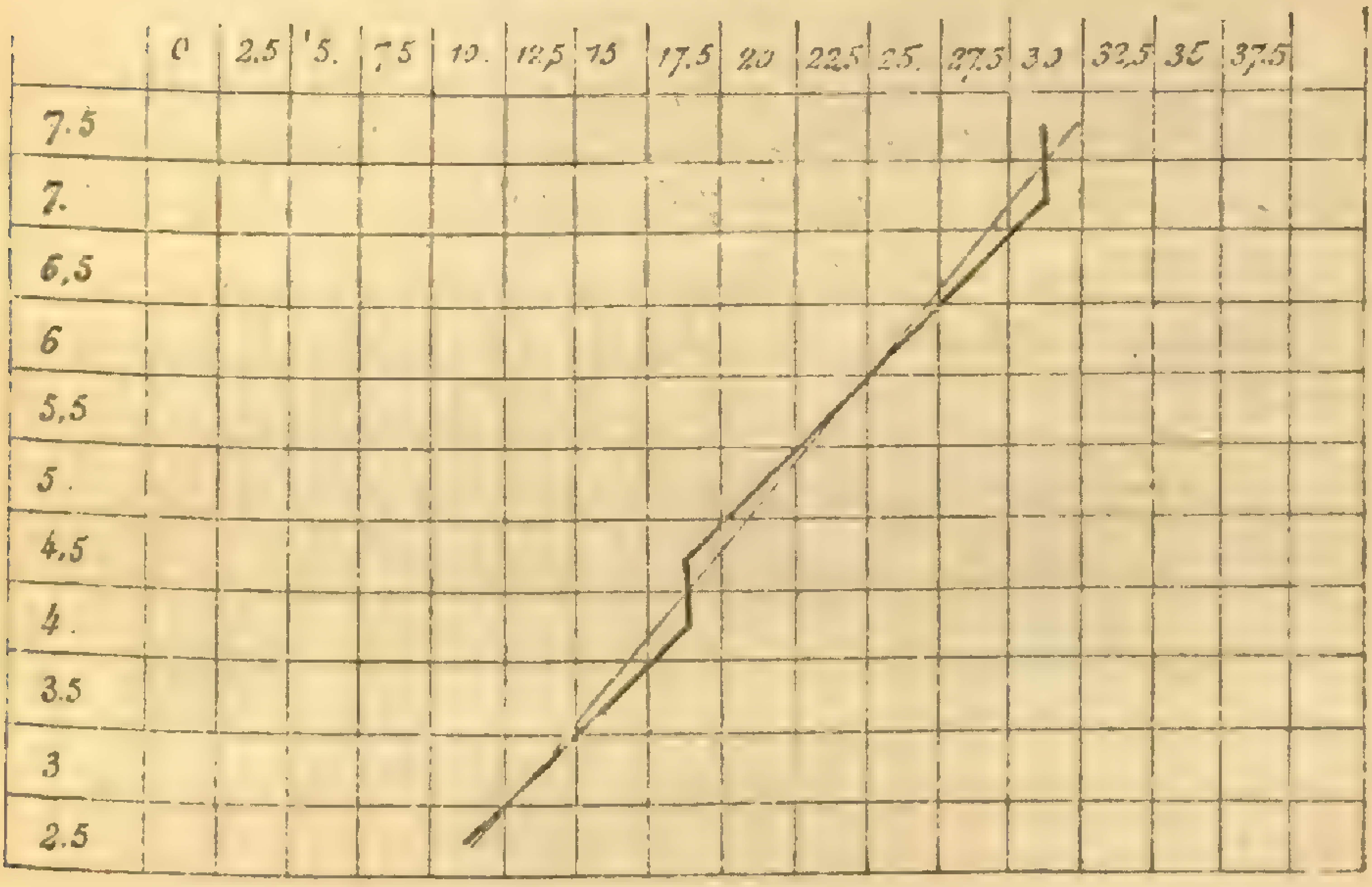
Dans toutes les expériences, je cherchais quel était le *Phycomyces* le plus rapproché du point O, qui présentait la courbure héliotropique. Connaissant la distance de cet individu au point O, on en déduit facilement le rapport des intensités lumineuses.

Fig. 3.

TABLEAU 1.

	0	2,5	5.	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25.	27,5	30	32,5	
7.50													×		1,173
7.													×		1,186
6.50												×			1,184
6.											×				1,185
5,50										×					1,177
5.									×						1,173
4,50								×							1,168
4.								×							1,188
3,5							×								1,186
3.						×									1,181
2,50					×										1,173

TABLEAU 2.



Soit a la distance correspondant à MO + MA = M′O + M′A de la fig. 1, et b la distance du point O au premier *Phycomyces* qui s'est courbé; soit i l'intensité lumineuse à gauche et i' celle de droite (fig. 3). D'après la loi de l'intensité de la lumière, nous pouvons poser

$$\frac{i'}{i} = \frac{(a + b)^2}{(a - b)^2}$$

et en posant $i = 1$, nous avons

$$i' = \frac{(a + b)^2}{(a - b)^2}.$$

Dans le tableau 1, se trouvent consignés les résultats obtenus. La première colonne verticale indique en mètres les valeurs de a, les colonnes suivantes indiquent en centimètres les valeurs de b, la dernière colonne indique les valeurs de

$$\frac{(a + b)^2}{(a - b)^2}.$$

A partir de la croix, dans chaque colonne horizontale, les *Phycomyces* sont courbés; à gauche, ils sont restés verticaux.

Ainsi que le montre l'inspection du tableau 1, la valeur de

$$\frac{(a + b)^2}{(a - b)^2}$$

reste sensiblement constante dans toutes les expériences. La plus grande divergence n'atteint pas 0,02. La moyenne est égale à 1.179 ou en chiffres ronds à 1.18; un *Phy-*

comyces placé entre une lumière d'intensité 1 et une autre d'intensité 1.18, se courbe donc vers cette dernière; il distingue une différence lumineuse de $^{18}/_{100}$ ou $^{1}/_{5,55}$: cette fraction est sa *constante proportionnelle.* Cette fraction aurait probablement été plus faible si la lumière avait agi pendant plus de quatre heures. Pour l'homme, les constantes proportionnelles sont :

Sensations lumineuses . .	$^{1}/_{100}$
Sensations musculaires. .	$^{1}/_{17}$
Sensations thermiques . .	$^{1}/_{3}$
Sensations auditives. . .	$^{1}/_{3}$
Sensations tactiles . . .	$^{1}/_{3}$

Quant aux constantes proportionnelles déterminées par M. Pfeffer pour la sensibilité aux substances chimiques, elles sont :

Spermatozoïdes de Fougère . .	$^{30}/_{1}$
Spermatozoïdes de Mousse . .	$^{50}/_{1}$
Bacterium Termo	$^{5}/_{1}$

Ainsi qu'on le voit, la sensibilité lumineuse du *Phycomyces* est un peu plus fine que les sensibilités thermique, acoustique et tactile chez l'homme, et elle est beaucoup plus fine que la sensibilité aux substances chimiques chez les organismes étudiés par M. Pfeffer.

En réunissant par un trait les croix du tableau 1, on obtient la représentation graphique des résultats (trait plein du tableau 2). Si dans toutes les expériences,

$$\frac{(a+b)^2}{(a-b)^2}$$

avait été égal à 1.18, c'est-à-dire, si les erreurs d'expérience avaient été nulles, le graphique serait une droite. M. le professeur Errera a bien voulu calculer cette ligne.

Substituons dans la formule

$$\frac{(a+b)^2}{(a-b)^2},$$

aux lettres a et b, les ordonnées et les abscisses y et x, nous aurons :

$$\frac{(y+x)^2}{(y-x)^2} = c^2 = 1.18,$$

c étant une constante.

Extrayons la racine carrée :

$$\frac{y+x}{y-x} = \pm c.$$

c devant être positif, nous aurons :

$$y + x = cy - cx;$$

$$cy - y = cx + x;$$

$$y = \frac{c+1}{c-1} x.$$

De cette équation, nous tirons :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c+1}{c-1},$$

α étant l'angle que fait la droite avec l'axe des x.

Sur le tableau 2, l'unité des grandeurs comptées sur l'axe des y étant 20 fois plus grande que l'unité des grandeurs comptées sur l'axe des x, nous devrons, pour avoir l'angle α sur le tableau, diviser

$$\frac{c+1}{c-1} \text{ par } 20,$$

ce qui donne $\operatorname{tg} \alpha = 1{,}209$; d'où $\alpha = 50°24'30''$.

La ligne ainsi calculée est représentée au tableau 2 par le trait fin. Ainsi qu'on le voit, elle s'écarte peu de la ligne brisée.

Laboratoire de physiologie humaine et laboratoire de physiologie végétale de l'Université de Bruxelles.

CLASSE DES LETTRES.

Séance du 3 décembre 1888.

M. Bormans, directeur, président de l'Académie.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Ch. Potvin, *vice-directeur;* P. De Decker, Ch. Faider, R. Chalon, Alph. Wauters, Ém. de Laveleye, Alph. Le Roy, A. Wagener, P. Willems, G. Rolin-Jaequemyns, Ch. Piot, J. Stecher, T.-J. Lamy, Aug. Scheler, P. Henrard, J. Gantrelle, Ch. Loomans, G. Tiberghien, L. Roersch, L. Vanderkindere, *membres;* Alph. Rivier, *associé;* Alex. Henne, A. Van Weddingen et le comte Goblet d'Alviella, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

La Classe apprend, avec un vif sentiment de regret, la perte qu'elle a faite en la personne de l'un de ses correspondants, M. Jean Van Beers, décédé à Anvers, le 17 novembre dernier.

M. Potvin, vice-directeur, a bien voulu parler, au nom de l'Académie, lors des funérailles, en remplacement de M. le directeur, empêché. (Voir, ci-après, son discours.)

Une lettre de condoléance sera écrite à la famille Van Beers.

— M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique demande l'avis de la Classe sur l'ouvrage que M. Wilmotte, chargé de cours à l'école normale des humanités à Liège, se propose de publier sur la *grammaire des patois romans de la Belgique* et sur les *traditions populaires qui s'y rattachent.* — Commissaires : MM. Scheler, Le Roy et Stecher.

— Le même Ministre envoie des exemplaires des rapports des jurys qui ont décerné : 1° le prix décennal des sciences philosophiques (1878-1887) ; 2° le prix quinquennal de littérature française (1883-1887) ; 3° le prix triennal de littérature dramatique en langue française (1885-1887). — Remerciements.

— L'Académie royale des sciences d'Amsterdam offre un exemplaire, en bronze, de la médaille qu'elle vient de faire frapper pour consacrer le souvenir de la fondation, par Jacques-Henri Hoeufft, d'un prix de poésie latine. — Remerciements.

— M. Roersch donne sa démission de membre de la Commission chargée de la publication des anciens monuments de la littérature flamande. — Acceptée.

— Le même membre remet sa notice biographique sur J. Nolet de Brauwere Van Steeland, pour le prochain *Annuaire.* — Remerciements.

— M. Ernest Gilon fait hommage à l'Académie de cent cinquante volumes de la *Bibliothèque Gilon*, qu'il a fondée à Verviers. — Remerciements.

La Classe reçoit encore, à titre d'hommages, les ouvrages suivants, au sujet desquels elle vote des remerciements aux auteurs :

1° *Introduction au droit des gens;* par Franz de Holtzendorff et Alphonse Rivier. (Présenté par M Rolin-Jaequemyns avec une note qui figure ci-après);

2° *Napoléon et Carnot, épisode de l'histoire militaire d'Anvers* (1803-1815), par le général Wauwermans. (Présenté par M. Henrard avec une note qui figure ci-après);

3° *Progetto di codice penale,* F. Canonico, rapporteur. (Présenté par M. Thonissen);

4° *M. F.-H.-Geffcken;* par Ch. Potvin;

5° *Études d'histoire du droit;* par Rod. Dareste;

6° *L'origine et le développement de la vie sur le globe;* par le marquis de Nadaillac;

7° *Des libertés faites en faveur des établissements publics des communautés religieuses, etc.;* par Gustave Beltjens;

8° *Kaf en koorn, verzameld uit CXXVIII dichtaren;* par K.-H. de Quéker;

9° *De l'indemnité à allouer aux individus indûment condamnés...;* par H. Pascaud;

10° *De la propriété consolidée, etc.;* par Émile Worms;

11° Trois volumes, en allemand, relatifs à la généalogie de la famille von Eberstein; par L.-F. von Eberstein.

Discours prononcé aux funérailles de Jean Van Beers; par Ch. Potvin, membre de l'Académie.

L'Académie royale de Belgique a ici un devoir à remplir et, en l'absence du directeur de la Classe des lettres, c'est le vice-directeur qui a été chargé de la douloureuse mission d'exprimer ses regrets de la perte d'un de ses membres les plus chers et de rendre un suprême hommage à un poète. A ce nom de poète, on s'incline à l'Académie; moins on l'y prodigue, plus on le place haut; et si l'on aime à peser les titres des écrivains qui aspirent à le porter, ce n'est pas pour leur en marchander l'honneur mérité.

Van Beers a été appelé tard dans une Classe obligée à répartir le nombre réglementaire de ses membres entre tant de branches diverses, et qui ne peut réserver à nos deux littératures autant de places qu'il y conviendrait. C'est ainsi que, pendant longtemps, l'on a pu croire qu'un romancier populaire pouvait, avec quelques savants, y résumer à lui seul les lettres flamandes, et, quand il nous fut enlevé, c'est un poète qui, à son tour, parut désigné pour y représenter, par un nom célèbre, comme la synthèse d'une littérature.

Ce poète était digne de tenir ainsi dans nos rangs le drapeau de la Flandre. Je me fais un honneur d'avoir été l'un de ses parrains et de lui avoir souhaité la bienvenue dans cette langue des vers qu'il aimait tant.

Arrivé tard, dans un âge où l'on reste volontiers chez soi — et le chez soi pour lui n'était pas seulement son

intérieur et sa ville natale, avec l'Athénée où il professait et le Conseil communal dont il était membre; c'était aussi sa patrie politique et cette grande famille littéraire qui réunit dans un même esprit toutes les provinces néerlandaises — il ne prit guère part à nos travaux; il luttait ailleurs, et chez nous ses œuvres antérieures suffisaient à tout. Nos archives gardent le souvenir de ses succès de concours qui ne comptent que quand l'œuvre mérite de survivre aux circonstances. Quatre fois il s'était senti tenté par des sujets qu'il importe que des poètes ne laissent point passer sans essayer de les traiter dignement. Et quel idéal à mettre en scène, par exemple, pour un poète, que la vie du père de la poésie flamande, de ce Van Maerlant qui, jeune, a aimé — et que chanter alors si ce n'est ce qui vous remplit l'âme? — mais qui, devant les désastres de la Flandre, se retrempe dans la douleur, aspire à vivre de la vie de tous, juge le beau inséparable du bien, veut consacrer le *gay savoir* à de grands devoirs, laisse la chevalerie pour la Bible, l'amour pour la satire — et quelle satire à résumer en vers modernes que le *Wappen Martyn !* — s'assied comme le psalmiste sur les ruines de la patrie, pour l'appeler à la délivrance, demander au charme des vers l'instruction qui répare toutes les brèches, et relever l'esprit des vieilles communes : « Déchirer le suaire » du latin, s'écrie-t-il, où la science dort du sommeil des » morts, et la revêtir de la large robe de la langue » vivante..... telle doit être la vocation du poète dans cette » époque troublée ! Qu'il devienne un semeur de vérités » et un fondateur de nation. »

Le lauréat moderne n'a pas compris sa fonction autrement. Mais les temps n'étaient pas les mêmes. La Belgique

étant indépendante et libre, l'heure avait sonné de la renaissance intellectuelle. Après les fiers *Sursum corda* et les utiles polémiques des premiers jours, il fut un de ceux qui, réclamant ce droit pour la Flandre, surent le lui assurer par des œuvres durables et lui rendre sa vieille langue dans une jeune et forte littérature.

Van Beers était né pour la poésie lyrique, il en possédait tous les élans et tous les rythmes. Sans parler de tant de poèmes, on ne le vit jamais mieux peut-être que dans cette ode où il salue la lumière qu'il vient de revoir après une cécité cruelle. On le sent aussi lorsque, de plus en plus préoccupé du spectacle de la vie moderne et des tendances du réalisme artistique, il s'inspire des intérieurs flamands, en fait des croquis d'une simplicité touchante, des tableaux de maîtres coloristes, que l'on a comparés souvent à ceux de Leys et qui ont fait dire à M. Van Camp: « Il n'est pas seulement poète, il est peintre. » Dans ses drames du pauvre, le vrai est si vivement saisi qu'il illusionne, et rendu avec tant de sympathie qu'il s'idéalise. Alors les cheveux blancs de la béguine deviennent une auréole, le jeune malade attendrit par le contraste des joies indifférentes du village, et, quand le poète ouvre l'adjudication au rabais des enfants orphelins d'une commune, par un paysage d'automne, vu, au coup de l'angelus, à travers l'œil d'un peintre, ce n'est plus un Leys qu'il faudrait dire, c'est un Lamorinière ou un Verwee.

Tous les tons étaient aussi dans sa voix. Sa diction était puissante et souple et il disait le vers admirablement. Ceux qui l'ont entendu ne peuvent l'oublier, se plaisent à rappeler le lieu, le jour, la pièce lue, et il semble que le poète ne leur apparaisse plus que dans le cadre de cette

tribune littéraire où dominait sa parole : — « Qui ne voudrait avoir assisté à la lecture de l'*Aveugle* faite par Van Beers au congrès d'Utrecht? » dit M. Stecher dans la *Revue de Belgique*. — « Et nous-mêmes, avait dit M. Van Camp dans la *Revue trimestrielle*, réunis à la Société des *Vlamingen vooruit*, n'avons-nous pas tressailli aux accents tour à tour énergiques ou douloureusement émus de la voix du poète déclamant sa traduction de l'*Esprit* et ce chef-d'œuvre d'observation et de coloris qu'il intitule: *Coup d'œil par une fenêtre*? »

Van Beers dut ses meilleurs succès à ses tableaux flamands, et lorsque des amis des lettres portèrent sa candidature, s'il n'avait pas été incontesté et indiscutable, on eût pu rappeler encore à l'Académie, comme je l'avais fait dans une autre occasion, quelle consécration, en dehors des concours, des éloges de la presse et d'éditions plusieurs fois répétées, ses œuvres avaient trouvée sous la plume de traducteurs allemands et anglais et dans la mise en vers français de plusieurs de ses poésies par l'un ou l'autre de nos écrivains wallons qui, comme moi, n'avaient pu résister au charme.

Ce n'est pas non plus à un hasard, c'est au même désir de compléter dans nos rangs la représentation des genres les plus élevés des lettres, que Van Beers doit d'avoir été élu en même temps que le poète Beets pour la Hollande, et pour la France Sully-Prudhomme.

Messieurs, en honorant les poètes, une Académie ne fait pas seulement son devoir, elle s'honore elle même.

Mais l'Académie royale de Belgique a au cœur un autre devoir, un autre honneur, qu'elle place dans la fraternisation de nos deux langues. Son cercle est trop étroit pour

qu'elle puisse y satisfaire comme elle l'aimerait; mais nos deux familles littéraires peuvent se grouper ailleurs en nombre, sans qu'elle renonce à chercher dans leurs rangs les hommes qui auront le plus d'autorité pour cette œuvre d'art et de patriotisme.

« Prêcher partout : égalité, liberté, fraternité, telle est la plus grande tâche du poète. » Ce mot d'ordre que Van Beers, jeune encore, prêtait au père de la poésie flamande, devait être celui de toute sa vie. Dès 1858, il était entré à la Société des *Vlamingen vooruit,* où s'attestait la tendance libérale du mouvement flamand. En 1880, après toute une vie consacrée à l'enseignement, au milieu de ses luttes pour le libéralisme anversois qui ont dû souvent troubler ses pures visions de poète, dans la pièce qui clôt son dernier volume de vers et ses poésies complètes, intitulée : *Confiteor*, il le reprend, ce mot d'ordre, pour le frapper au coin de l'esprit moderne. Fidèle à sa mise des idées en action, il s'adresse à un prêtre qui vient de lui rappeler le temps où ils étaient de bons amis de collège, au séminaire de Malines. Ce souvenir a pour lui toute la fraîcheur d'une matinée d'été, dont le soleil va disperser les vapeurs. Mais il parle fièrement. — On lui demande où est son amour pour l'Église. Cet amour c'est l'Église elle-même qui le lui a tué au cœur. — Des échos du *Wappen Martyn* traversent cette épître mouvementée par les souvenirs historiques. Enfin, à ce vieux compagnon d'études qu'il va nous montrer courbé sous le regret d'un vieux ami, brave instituteur de village, que l'intolérance d'en haut a séparé de lui : « Mais tu baisses la tête et je crois que tu pleures! » il fait son aveu suprême : Il n'a rien gardé de chrétien que cette maxime : Aimez-vous les uns les autres.

Cette parole, éternelle consigne du cœur à la raison, est de celles qu'on ne peut trop répéter jamais. Aussi, devant de telles pensées, vivifiées par de belles formes, ce n'est pas adieu que la Flandre dit à son poète, c'est au revoir : Au revoir dans ses exemples, au revoir dans ses œuvres. « Les ombres de nos frères nous entourent sans cesse, a dit un poète flamand, son ami (1), elles font que nos cœurs jamais ne fléchissent dans le combat ». La Flandre reverra longtemps ainsi le poète qu'elle pleure aujourd'hui ; elle le reverra dans *Livarda*, dans une *Fleur du Peuple*, dans *Begga*, dans *Tante Gertrude*, dans l'*Aveugle*, dans le *Bestedeling*, et tant d'autres poèmes sortis de son cœur pour aller au nôtre. Elle le reverra toujours vivant, dans les mâles accents de *Van Maerlant* ou du *Remorqueur* et la fière simplicité du *Confiteor*.

Nous, cependant, devant le cercueil d'un confrère aimé, nous ne pouvons nous défendre des profondes tristesses de la séparation ; mais nous avons surtout un éclatant hommage à rendre, une sorte de dette nationale à payer à un poète qui illustre les lettres néerlandaises et la patrie belge. Le citoyen a fait son devoir, l'homme est tombé, l'écrivain se relèvera dans l'histoire. Gloire à toi, donc, poète, au nom des écrivains français de la Belgique et, au nom de l'Académie royale, gloire à toi !

---

(1) De Geyter : *Nos morts.*

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

J'ai l'honneur de présenter à la Classe l'édition française d'un important traité dû à la collaboration de deux associés de l'Académie. Je veux parler de l'*Introduction au droit des gens. — Recherches philosophiques, historiques et bibliographiques*, par MM. de Holtzendorff et Rivier (1).

Cet ouvrage correspond au tome I de l'édition allemande d'un manuel complet du droit des gens : *Handbuch des Völkerrechts, auf Grundlage europœischer Staatspraxis*, qui doit comprendre quatre volumes et auquel ont collaboré, sous la direction de M. de Holtzendorff, douze des représentants les plus autorisés de la science du droit international.

L'Introduction au droit des gens se compose de quatre parties, dont les trois premières sont de M. de Holtzendorff, la quatrième de M. Rivier.

La première partie, intitulée : *Le droit des gens, ses notions fondamentales, ses rapports avec d'autres sciences*, et la seconde, intitulée : *Source du droit des gens*, ont un caractère essentiellement philosophique. D'après M. de Holtzendorff, il n'y a pas d'antithèse entre le droit des gens naturel ou philosophique et le droit des gens positif : tous deux ont, au contraire, une origine rationnelle com-

(1) Hambourg, Richter, 1889.

mune et trouvent leur expression dans le développement progressif de la conscience publique des nations ou d'un groupe de nations, développement qui se manifeste par la convention ou la coutume. Le *communis consensus* n'est donc une source du droit de gens que parce qu'il est la traduction visible de cette conscience collective. C'est dans cet esprit élevé que M. de Holtzendorff parle successivement de la reconnaissance des États, du droit coutumier, des traités internationaux et des lois nationales, de la rencontre de ces sources, de leurs rapports entre elles et avec les sources du droit national.

La troisième partie concerne le développement historique du droit international jusqu'à la paix de Westphalie. Elle fournit, je pense, un aperçu plus complet que ne l'a fait jusqu'ici aucun autre traité des données existantes au sujet des relations internationales entre les peuples de l'antiquité. Malheureusement, ce que nous savons sous ce rapport des Égyptiens, des Phéniciens, de Babylone et de l'Assyrie, des Perses et des Mèdes, est peu de chose à côté de ce qui reste à apprendre! L'époque approche, sans doute, où le progrès des relations internationales, s'étendant aux pays habités autrefois par ces peuples et aujourd'hui sujets à la domination musulmane, donnera un élan décisif à l'étude de leurs monuments. Peut-être cette étude et celle des antiquités de l'Inde et de la Chine démontrera-t-elle que l'extrême Orient a, lui aussi, joué dans la formation des idées et dans l'origine des rapports juridiques entre nations, un rôle dont il nous est à peine permis de soupçonner vaguement l'importance.

Les notions deviennent plus précises quand on arrive aux Israélites et surtout aux Grecs et aux Romains. Mais

le terrain se raffermit tout à fait et les matériaux deviennent de plus en plus abondants à l'approche des temps modernes. M. de Holtzendorff embrasse cette vaste matière d'un coup d'œil sûr et en fait ressortir, avec une netteté parfaite, les traits saillants et caractéristiques. Ce sont d'excellents chapitres que ceux où il parle du moyen âge, de la part que prirent, dans le développement du droit international, l'Église chrétienne, l'élément germanique, les communes avec leur commerce et leurs relations maritimes ; enfin, de l'influence exercée sur le droit international par la Renaissance et la Réforme.

La quatrième partie, due à M. Rivier, est l'esquisse d'une histoire littéraire des systèmes et des méthodes du droit des gens, depuis Grotius jusqu'à nos jours. Je n'ai pas besoin de signaler à l'Académie la compétence spéciale de notre savant confrère en tout ce qui concerne l'histoire du droit et des jurisconsultes. La classification qu'il a adoptée pour son histoire littéraire me paraît supérieure à celle des précédents recueils bibliographiques.

Une grande difficulté se présente pour toute classification de ce genre. Quelle base de groupement faut-il adopter? Est-ce la date des écrits, le système ou la nationalité des écrivains? En général, M. Rivier se tient au groupement par écoles. Il ne fait qu'une exception, en donnant une place à part, marquée d'après leur nationalité, aux juristes anglais du XVII[e] et du XVIII[e] siècle, Zouch et autres qui, en effet, pourraient difficilement prendre rang dans un des groupes continentaux. M. Rivier explique bien les causes de ce particularisme scientifique. Si l'influence de Grotius a été moindre en Angleterre qu'ailleurs, ce n'est pas seulement parce que les Anglais étaient

portés par les intérêts de leur politique nationale à se rallier aux vues de Selden plutôt qu'à celles de Grotius sur la liberté des mers. Il y eut autre chose encore. Avant l'apparition du *Jus belli ac pacis*, Albéric Gentil avait traité à Oxford une grande partie du même sujet, et Wellwood avait publié, en 1615, son ouvrage *De dominio maris*. De plus, nombre de juristes, de philosophes et de penseurs originaux, à commencer par le chancelier Bacon, donnèrent de bonne heure à la pensée anglaise une direction indépendante, que les événements politiques intérieurs et extérieurs contribuèrent à maintenir, mais qu'ils ne créèrent pas.

Après Grotius, auquel il fait l'honneur mérité d'un chapitre, M. Rivier répartit les écrivains du droit des gens en cinq écoles : l'école du *droit naturel*, à la tête de laquelle se trouve Pufendorf; l'école de la tradition grotienne, dont Wolff et Vattel sont les plus illustres représentants; l'école du droit des gens positif inaugurée par le fécond Moser, mais dont Georges-Frédéric de Martens est le véritable fondateur; les auteurs qui, à la suite de Kant, ont écrit sur la philosophie du droit: enfin, le positivisme philosophique et éclectique de nos jours. Sous cette dernière rubrique, un peu vague dans sa généralité, M. Rivier comprend presque tous les juristes internationaux de notre siècle. Il trouve, pour caractériser rapidement chacun d'eux, un mot, une phrase décisive, ou, pour les plus importants, une citation marquante.

L'Académie voudra bien excuser la longueur de cette notice, en considération de l'intérêt exceptionnel de l'œuvre à laquelle elle se rapporte.

G. Rolin-Jaequemyns.

—

J'ai l'honneur de présenter à la Classe des lettres, au nom de son auteur, M. le lieutenant-général Wauwermans, le livre intitulé : *Napoléon et Carnot; épisode de l'histoire militaire d'Anvers* (1803-1815).

C'est l'histoire, mal connue jusqu'aujourd'hui, des projets gigantesques que, premier consul, puis empereur, Napoléon avait imaginés et exécutés en partie, pour faire d'Anvers le premier port militaire du continent, et celle, non moins ignorée bien que pleine d'enseignements utiles, du gouvernement militaire de cette place par le général Carnot, pendant un bombardement de six jours et un blocus de quatre mois.

L'auteur, un de nos officiers généraux qui connaissent le mieux la place d'Anvers dans son passé et son présent, a particulièrement utilisé la correspondance de Napoléon, publiée sous le second empire, et les nombreux mémoires et histoires militaires auxquels la période impériale a donné naissance. En mettant dans le même cadre ces deux grandes figures historiques, restées vivantes dans la mémoire des peuples comme deux personnifications du génie de la guerre, Napoléon et Carnot, l'un qui mérita le nom d'organisateur de la victoire, l'autre qui pendant plus de vingt ans sut l'attacher à ses drapeaux, l'auteur ne s'est pas proposé un parallèle impossible, vu les destinées si différentes des deux hommes; mais en les présentant côte à côte, il a su faire ressortir les caractères particuliers de chacun : la féconde imagination, la sûreté de vue, l'*intuition* du premier dans les choses militaires; le jugement sain, le génie d'organisation, la droiture et la simplicité du second.

Bien écrit, le livre du lieutenant-général Wauwermans sera lu avec intérêt, même par les personnes les plus étrangères aux questions militaires.

P. HENRARD.

ÉLECTIONS.

La Classe procède au renouvellement de sa Commission spéciale des finances pour 1889. Les membres sortants sont réélus.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports de MM. Le Roy, Lamy et Willems, sur un travail de M. de Harlez, portant pour titre : *Le Yik king*.

La Classe vote l'impression de ce travail dans le recueil des *Mémoires* in-4°.

Une loi phonétique de la langue des Francs-Saliens par Martin Schweisthal.

Rapport de M. Scheler, premier commissaire.

« J'ai l'honneur de soumettre à la Classe, au nom de M. Martin Schweisthal, docteur en philosophie, un manuscrit intitulé : « *Une loi phonétique de la langue des Francs-Saliens.* »

Si j'ai consenti à prendre cette œuvre sous mon patronage, ce n'est pas sans avoir acquis la conviction qu'elle

intéresse vivement la philologie romane et qu'elle est élaborée dans toutes les conditions de savoir et d'expérience que cette science est en droit d'exiger aujourd'hui.

M. Schweisthal, Luxembourgeois, n'est pas novice dans la matière; j'ai par devers moi, pour établir sa compétence, une étude remontant à six ans et qui accuse un savant sérieux et solidement préparé: « Essai sur la valeur phonétique de l'Alphabet latin, principalement d'après les grammaires de l'époque impériale » (Paris et Luxembourg, 1882, 110 pp. in-8°). En outre, M. Schweisthal cultive avec ardeur l'archéologie grecque; je citerai ici un travail extrait de la *Gazette archéologique* de Paris, de 1887, et traitant de « l'Image de Niobé et l'Autel de Zeus Hypatos au mont Sipyle ». C'est cette dernière étude qui lui a valu dans ces derniers temps, de la part de S. A. R. le Comte de Flandre, l'honneur d'une mission scientifique en Asie Mineure.

Dans les lignes qui suivent, j'aurai l'honneur, M. le Secrétaire perpétuel, de vous exposer le plus succinctement possible le sujet et la marche du travail présenté.

Dans la première partie (pp. 1-18), après avoir déterminé le but qu'il poursuit, savoir la démonstration de la loi phonétique suivante : « En francique, le groupe *nd* placé entre deux voyelles, dont la première est tonique, se réduit ou s'assimile en *nn* », l'auteur cherche à établir pour cette démonstration, en présence surtout de la pénurie de textes franciques suivis, les principes d'argumentation raisonnables à poser, et aborde ensuite l'énumération des thèmes franciques constatant la loi énoncée, et puisés en grande partie dans les noms propres

cités dans le Polyptyque de Saint-Remi de Reims; ce sont :

Brand, ex. Brannoidis, Wibrannus.

Gund, ex. Gunhardus (fr. Gonnard), Gunhildis (fr. Gonnil).

Land, ex. Lanno, Lanhardus, Berlannus, Rollannus.

Sind, ex. Adelsina; Senoald (à côté de Sinduald).

Lind, ex. Theodelina (à côté de Theodelinda).

Nand, ex. Nanno, Nannius.

Mund, ex. Monoald (du terme juridique haut-allemand *muntwalt*.

Dans la deuxième partie (pp. 19-37), M. Schweisthal met au profit de sa thèse les données de ce que les germanistes comprennent sous le nom de *glose malbergique* et y déploie un vrai talent de subtile et à la fois sobre argumentation. Nous y trouvons les en-têtes suivants se rattachant à autant de gloses malbergiques :

1. Chunna = goth. *hunder* (all. *hundert*).

2. Chunni = all. *hund*, chien (d'où fr. *hogner*).

3. Wano = v. fr. *wain*, *guaignon*, all. *wind* (lévrier); ici l'auteur émet d'ingénieuses et acceptables conjectures sur les composés *chunawano*, *rephuouano* et autres similaires.

4. Chrenechruda, expliqué par « poussière du sol ».

5. Chranne (étable), plus tard *hranne*, *ranne* (encore dans quelques dialectes français on trouve *ran* signifiant cochon d'étable); composé *chrannechalte*, « cochon d'étable ».

6. Banno = germ. *band*; composé *ortobanno*. Ici vient l'examen étymologique, d'un côté de fr. *bannière*, d'un autre du verbe fr. *bannir*, subst. *ban*.

7. Channo = germ. *hand*; composé *channecreudo*, *anecrenodum* = all. *hand-kleinod*.

8. OBBONNIS, forme latinisée et se rattachant au thème germ. *bondi* = all. *bund* (dans *kopfbund*, mitre, *türkenbund*, turban), moyennant le préfixe *ob* = all. *auf*.

Une dernière partie (pp. 37-41) est consacrée à l'examen, au point de vue de la loi phonétique en question, de quelques mots spéciaux, rentrant dans le sujet, savoir:

1. Fr. verbe PANNIR, subst PAN, signifiant prendre gage, saisir et (subst.) gage; ces mots ne viennent pas du lat. *pannus*, mais ils représentent all. *pfand*, verbe *pfänden*, luxembourg. *pannen* (du même radical : v. saxon *penning*, *pennig*, all. *pfennig*, angl. *penny*).

2. Francique MANNO, dans le terme de droit médiéval bas-lat. *mannum et bannum*, all. *mann und bann*, que l'auteur préfère tirer du thème germ. *mind* (v. saxon *gemynde*, memor, angl. to *mind*), plutôt que du v. haut-all. *manen* (auj. *mahnen*), qu'il tient lui-même d'origine francique ou du lat. *mandare*.

3. Fr. MANNE, variante francique de l'équivalent picard *mande*, = anglo-saxon et néerl. *mande*; diminutif *mannequin*, corbeille.

4. Le nom propre GANELON, avec les variantes non assimilées *Wandilo*, *Wandalin*, etc., reproduit la forme francique de l'adj. vieux haut-all. *wandelih*, *wendiling*, «qui tourne», n'est, malgré le fameux personnage affublé de ce nom dans la *Chanson de Roland*, pas nécessairement une flétrissure; il a sa bonne acception et se voit porté par des personnages considérables appartenant à l'Église.

5. Vieux-français GUENELLE, banderole (auj. *guenille*, lambeau), représente fidèlement l'all. *windel*, lange, de *winden*, tourner, enrouler, emmaillotter.

Un article de conclusion s'attache à rendre compte de quelques cas particuliers, en apparence contradictoires à

la loi phonétique; *sundolino* est un composé de *sund* + *dolino;* dans *tuschundi* (all. *tausend*), la syllabe du groupe *nd* est atone, donc la règle sauvée; la variante *ortopondo* (p. *ortopodum*) est l'effet d'une altération de la part d'un copiste et fautive; le vrai mot est *ortopodum*, composé de *orto* (arbre) + *podum* (greffe); cp. l'all. *poten, potten,* greffe, qui à son tour rappelle le lat. *impotus*, d'où, soit dit en passant, fr. *ente.* Loin de présenter des exceptions, la loi d'assimilation offre précisément un critérium pour accueillir ou repousser l'origine francique de toute une série de vocables.

Je ne puis, pour ma part, terminer qu'en déclarant le travail offert par M. Schweisthal très intéressant et tout à fait digne d'un accueil favorable. »

Rapport de M. Willems, deuxième commissaire.

« Le rapport de notre savant confrère, M. Scheler, présente un résumé fidèle et complet du Mémoire de M. Schweisthal. Je m'associe aux éloges adressés par notre confrère à l'auteur du Mémoire, et je suis d'avis que M. Schweisthal a fort bien démontré la loi phonétique des anciens dialectes francs-saliens, qui fait l'objet principal de son étude.

Je ne suis pas d'accord avec M. Schweisthal sur le caractère ethnique des Francs-Saliens et des dialectes francs. A mon avis, les dialectes parlés actuellement dans les provinces d'Anvers et de Brabant dérivent directement des anciens dialectes francs-saliens, comme ceux de Maastricht, d'Aix-la-Chapelle et de Cologne sont d'origine ripuaire. La

connaissance de ces dialectes aussi bien que celle du néerlandais littéraire me semblent, par conséquent, des conditions essentielles non seulement pour l'étude des anciens dialectes francs, mais encore pour reconnaître l'influence qu'ils ont exercée sur les dialectes romans de la France. M. Schweisthal aurait trouvé précisément dans plusieurs dialectes flamands une preuve éclatante de la loi en question. Si l'auteur se propose de persévérer dans ces études, dans lesquelles il a si bien débuté, il ferait chose utile d'approfondir les dialectes flamands et le néerlandais littéraire, car un petit détail que j'ai relevé m'indique que le néerlandais ne lui est nullement familier. La préposition *sur* ne se dit pas *ùp*, mais *op*.

Quoi qu'on en dise, je ne suis pas convaincu qu'avec la dynastie carlovingienne le haut allemand soit devenu la langue de la cour. Les Carlovingiens étaient des Ripuaires, et ils ont parlé sans doute un dialecte ripuaire. Or, ces dialectes tenaient alors, comme encore aujourd'hui, une sorte de juste milieu entre le bas-allemand et le haut allemand.

Je dois, enfin, faire des réserves sur certains points de détail. Faire dériver, par exemple, *wano* de *wind* (lévrier), me semble contraire à toutes les lois phonétiques de l'ancien germanique. Remplacer la glose *chrenechruda* par un mot dérivé de *grund* et de *grut*, me semble trop hardi pour être convaincant. Mais je me borne à indiquer quelques divergences d'opinions, dont l'exposé m'entraînerait à des développements trop considérables. D'ailleurs, comme je le disais plus haut, je reconnais pleinement la valeur scientifique du Mémoire, et je souscris volontiers aux conclusions du premier rapporteur. »

—

Rapport de M. Vanderkindere, troisième commissaire.

« Je me rallie bien volontiers aux conclusions des deux premiers commissaires. Je crois le travail de M. Schweisthal très digne d'être imprimé dans les *Mémoires* de l'Académie. Ce n'est pas à dire cependant que j'en accepte, sans réserve, toutes les conclusions. J'hésite, par exemple, à croire que le mot *bann* (*banno*) puisse être rattaché au thème *band* et trouver son explication dans l'idée de *lier*. Je suis disposé à croire plutôt avec Brunner que le *bannum regis* est l'équivalent de *verbum regis*, *sermo regis* de la loi salique. Aussi le *ban* a-t-il conservé en français le sens de *proclamation*, et je ne vois pas nettement comment M. Schweisthal, qui mentionne (p. 35) cette signification : « proclamer, annoncer » pour la racine *ba* + *nn* et le verbe *bannen* qui en est dérivé, refuse d'accepter cette explication pour le *banno* de la loi salique.

Quoi qu'il en soit, ce n'est là qu'un point de détail, et si l'auteur a été tenté peut-être d'élargir un peu trop l'application de la loi qu'il a découverte, il ne s'ensuit pas que cette loi même ne soit pas exacte et qu'il n'y ait eu un réel mérite à la mettre en lumière. »

La Classe, adoptant les conclusions de ces trois rapports, décide l'impression du travail de M. Schweisthal dans le recueil des *Mémoires* in-8°.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Recherches sur l'histoire du globe ailé hors de l'Égypte; par le comte Goblet d'Alviella, correspondant de l'Académie.

Fig. 1. Globe ailé d'Égypte.
(Lepsius. *Denkmäler,* t. III, pl. 3b.)

Les Égyptiens, à l'instar de tous les peuples qui se sont fait une image du soleil, l'ont représenté par un cercle. C'est ainsi que, dans leur écriture hiéroglyphique, le soleil est désigné par un disque centré. La symbolique religieuse devait notablement compliquer cette représentation figurée. Au disque, devenu un globe, s'accolèrent symétriquement deux uræus ou vipères lovées, dressées sur la queue et parfois coiffées de la couronne. En arrière des uræus, le disque reçut les ailes largement épandues de l'épervier; par-dessus s'allongèrent les cornes ondulées du bouc, et de ce mélange hétéroclite sortirent ces globes ailés, qui, atteignant leur perfection classique sous la 18e dynastie, ont formé, pendant toute la durée de l'art égyptien, un motif de décoration aussi original que gracieux sur les corniches des pylônes et les linteaux des temples.

On a dit, à juste titre, que le globe ailé forme le symbole égyptien par excellence (1). Suivant une inscription d'Edfou, c'est Toth lui-même qui l'aurait fait placer au-dessus de l'entrée de tous les temples, pour commémorer la victoire remportée par Horus sur Set, c'est-à-dire par le principe de la lumière et du bien sur celui de l'obscurité et du mal (2).

Les Égyptiens se sont-ils imaginé que le soleil — ou l'âme du soleil — prenait réellement la forme d'un globe flanqué de serpents, muni d'ailes et surmonté de cornes ? Ou bien, après avoir figuré l'astre sous sa forme naturelle, lui ont-ils adjoint des uræus pour symboliser sa souveraineté, des cornes pour rappeler sa force et des ailes pour indiquer son pouvoir de translation à travers l'espace ?

Peut-être n'est-il pas nécessaire de choisir ici entre les deux systèmes qui se partagent les égyptologues. Une troisième explication, qui me semble mieux rendre compte de la formation du globe ailé, c'est qu'il serait le résultat d'une synthèse consciente et voulue entre diverses personnifications du soleil. M. Maspéro, lui-même, un des défenseurs les plus autorisés et les plus convaincants de la thèse que les Égyptiens ont commencé par tenir pour réelles les créatures bestiales ou fantastiques dépeintes sur leurs monuments, admet que les prêtres ont pu fabriquer de toutes pièces des figures composites, avec l'intention

---

(1) G. Perrot et Ch. Chipiez. *Histoire de l'art dans l'antiquité*, Paris, 1882-1888, t. I, p. 604.

(2) H. Brugsch. *Die Sage von der geflügelten Sonnenscheibe* dans les *Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 14e année (1868-1869), p. 209.

bien arrêtée d'exprimer l'union d'idées et de symboles distincts (1). Or, nous savons que, dès les temps les plus reculés, le soleil avait été respectivement personnifié, dans certains nomes, sous la forme de l'épervier, du bouc, du scarabée et d'autres animaux encore.

Quand la fondation d'une monarchie nationale amena l'établissement d'un panthéon commun, les dieux les plus rapprochés de signification ou d'attributs furent mis en rapport les uns avec les autres, soit comme membres d'une même famille, soit comme formes diverses du même être. Est-il déraisonnable de supposer que ce mouvement d'unification entre les personnifications locales de la même divinité se soit traduit par la fusion des images qui les représentaient?

I. — *Le globe ailé dans l'Asie antérieure.*

Il suffit de feuilleter les beaux volumes publiés par MM. Perrot et Chipiez sur l'*Histoire de l'art dans l'antiquité* ou de jeter un coup d'œil sur les premières planches de l'atlas annexé par Lajard à son *Introduction à l'étude du culte de Mithra*, pour se convaincre que le globe ailé a été également un des symboles les plus répandus et les plus vénérés dans toute l'Asie antérieure.

La Phénicie en offre de nombreux exemplaires sur des stèles, des bas-reliefs, des cylindres, des bijoux, des patères, des coupes. Fréquemment le globe ailé orne, comme en Égypte, le linteau des temples. Un des cas les plus curieux,

---

(1) G. Maspéro dans la *Revue de l'histoire des religions*, t. V, p. 97.

cité par M. Renan dans sa *Mission de Phénicie*, nous est fourni par le linteau d'une église chrétienne construite à Eddé, près de Gébal, avec les matériaux d'un temple antique. Le globe et les uræus y ont été martelés pour recevoir une croix rouge; au bas se lisent des inscriptions que le savant académicien rapporte au culte d'Adonis (1).

Le globe ailé des Phéniciens se retrouve partout où leur art s'est implanté, à Carthage, en Chypre, en Sardaigne, en Sicile, chez divers peuples de la Palestine. On l'a même relevé sur des sceaux israélites de l'époque la plus ancienne (2) et rien ne nous empêche de supposer qu'il y a peut-être servi, — comme le serpent, le taureau ou veau d'or, et les images idolâtriques dénoncées par les prophètes, — à fournir une représentation figurée de Jahveh.

M. Renan va encore plus loin dans son *Histoire du peuple d'Israël*, quand il croit découvrir les deux uræus du symbole égyptien dans l'*urim-tummim* ou les deux *urim (ha-Ourim* ou *ha-Ouraïm)* que l'Exode décrit, en termes assez obscurs, comme un moyen mécanique de consulter la volonté divine. « Peut-être, conjecture-t-il, les deux uræus du globe ailé, signifiant l'un *oui*, l'autre *non*, s'agitaient au moyen d'un ressort caché derrière le disque (3). » Je laisse naturellement à l'éminent écrivain toute la responsabilité de cette théorie qu'on peut diffici-

---

(1) Ernest Renan. *Mission de Phénicie.* Paris, 1864, 1 vol. avec atlas, pp. 227, 241, 857.

(2) Clermont-Ganneau, *Sceaux et cachets* dans le *Journal asiatique*, 1883, t. I.

(3) *Histoire du peuple d'Israël.* Paris, Levy, 1887, t. I, p. 276.

ment controler sans être à la fois égyptologue et hébraïsant. En tout cas, rien ne prouve que les Israélites aient directement apporté d'Égypte le type de leur globe ailé; celui-ci reproduit plutôt, comme le reconnaît M. Renan, les formes de l'art phénicien.

A la vérité, les globes ailés de la Phénicie s'efforcent souvent de reproduire le type classique de l'Égypte, mais toujours avec des divergences qui permettent aisément d'établir la distinction. Tantôt les uræus semblent sortir de l'arc inférieur du globe, si bien que les appendices supérieurs peuvent figurer autant les queues des vipères que des cornes de bouc comme en Égypte (1).

FIG. 2. Globe ailé de Phénicie.
(RENAN. *Mission de Phénicie*, pl. XXXII.)

Tantôt ces appendices sont remplacés par une touffe de plumes qui représente peut-être un faisceau de rayons, surtout quand elle se reproduit en forme de queue au-dessous du globe (2). Tantôt encore, les ailes se recourbent vers le bas, comme dans certains types archaïques du symbole égyptien (3). Enfin, dans quelques cas, le globe ailé emprunte plutôt les formes que nous allons rencontrer dans l'Asie Mineure et dans la Mésopotamie (4).

---

(1) E. RENAN. *Mission de Phénicie*, p. 227.

(2) PERROT et CHIPIEZ. T. III, fig. 71, 72, 449, 467.

(3) PERROT et CHIPIEZ. T. III, fig. 25, 505, 546.

(4) J. MENANT. *Les pierres gravées de la Haute-Asie*. Paris, 1886, t. II, p. 223.

Il est assez difficile, en l'absence de documents positifs, de déterminer exactement la signification que les Phéniciens attachaient à ce symbole. Il est plausible qu'on doive y voir une représentation solaire. Toutefois, d'après ce que nous connaissons de la religion phénicienne, elle comportait moins le culte direct de l'astre que celui des personnages mythiques dans lesquels s'étaient incarnés les principaux aspects de la puissance solaire (1).

Au nord de la Phénicie, en pleine Asie Mineure, — chez ces Khétas ou Hettéens dont les monuments révèlent toute une civilisation à peine soupçonnée il y a trente ans, — le globe ailé s'observe, associé à des sujets religieux, sur des cachets, des stèles, des dalles sculptées et des bas-reliefs. Mais il est traité d'une façon assez lourde et incorrecte, parfois déformé jusque dans ses détails essentiels. Le globe devient plus indépendant des ailes ; celles-ci, dans certains cas, lui servent de support plutôt que d'appendices (2) ; il passe aussi au disque, voire à une étoile inscrite dans un cercle.

Fig. 3. Disque ailé d'Asie mineure.
(Lajard. *Mithra*, pl. I, fig. 21.)

Je n'insisterai pas sur ces variations dont l'intention

(1) C. P. Tiele. *Histoire des anciennes religions des peuples sémitiques.* Paris, 1882, chap. III.

(2) Perrot et Chipiez, t. IV, fig. 356.

nous échappe. Peut-être dérivent-elles de tentatives pour adapter le symbole étranger à des croyances locales; peut-être faut-il simplement les attribuer à une fantaisie ou à une méprise de l'artiste indigène s'attaquant à des modèles étrangers. On s'accorde, en effet, à reconnaître que l'art hettéen, comme l'art de la Phénicie, a tiré ses inspirations de l'Égypte et de l'Assyrie.

Descendant vers la Mésopotamie, nous trouvons le globe ailé au premier rang des symboles relevés sur les bas-reliefs et les cylindres de l'Assyrie et de la Chaldée. Tantôt il y plane au-dessus des rois et des prêtres, tantôt il y préside à des scènes d'adoration et de sacrifice. Les formes qu'il affecte offrent de nombreuses variantes, mais celles-ci peuvent presque toutes se ramener à deux types.

L'un présente un disque coiffé d'une banderole dont les extrémités, s'enroulant par le haut, produisent l'effet de deux cornes, non pas allongées comme dans le symbole égyptien, mais recourbées à la façon d'un chapiteau ionique renversé. Au-dessous du disque, qui parfois se transforme en rosace ou en rouelle, une queue pennée s'ouvre en éventail, entre deux appendices ondulés ou légèrement courbés qui descendent obliquement de l'arc inférieur.

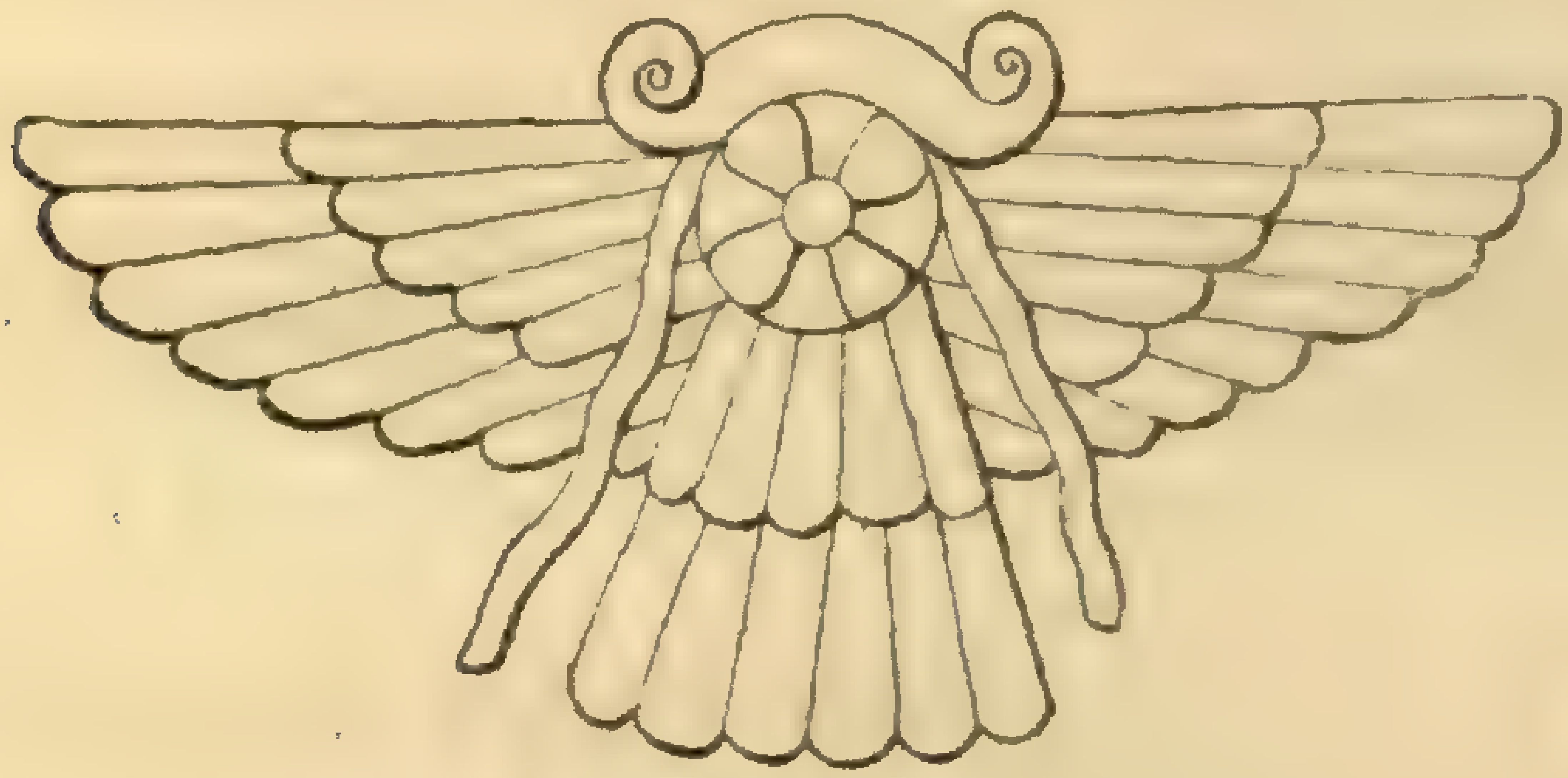


Fig. 4. Disque ailé d'Assyrie.
(Layard. *Monuments of Nineveh*, 1re sér., pl. VI.)

L'autre type se distingue par la présence d'un génie anthropoïde, inscrit dans le disque, entre les ailes, de telle façon que les cornes semblent sortir de sa mitre et que la queue pennée lui forme une jupe à volants plissés (1). Suivant la nature des scènes où apparaît ce personnage, tantôt sa main droite est élevée dans une attitude de protection ou de bénédiction, tantôt il tient une couronne ou un arc; tantôt, assumant l'attitude belliqueuse qui convient surtout aux divinités de l'Assyrie, il décoche une flèche à triple dard (2).

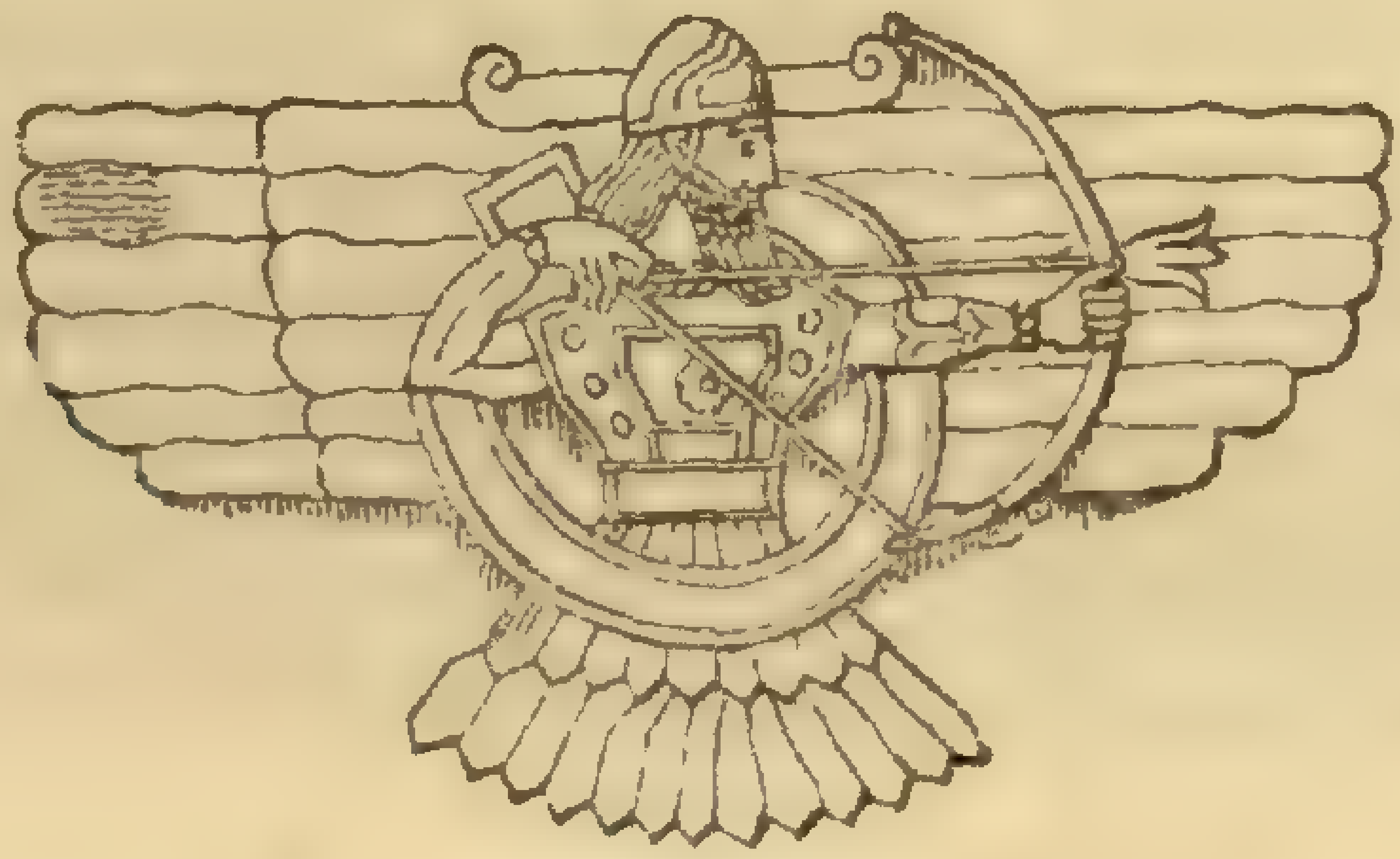


FIG. 5. Disque ailé anthropoïde.
(LAYARD. *Monuments of Nineveh*, 1re sér., pl. XIII.)

Les textes cunéiformes révèlent que, dans ces variétés du globe ailé, il ne s'agit plus exclusivement d'un emblème solaire, et que nous sommes devant l'image d'une divinité à la fois plus abstraite et plus anthropomorphique que le

---

(1) Suivant M. Léon Heuzey (*Revue archéologique*, 1887, p. 256), ces prétendues jupes plissées et tuyautées du costumes assyrien ne seraient qu'une étoffe frangée, à longues mèches de laine, drapée autour du corps à la façon d'un châle.

(2) G. RAWLINSON. *The five great Monarchies of the ancient eastern World*, Londres (1862-1867) t. II, p. 235.

soleil : Assour à Ninive, Bel ou Ilou à Babylone. Peut-être même cette image a-t-elle servi à exprimer l'idée générale de divinité, si l'on en juge par l'importance qu'elle a prise dans l'art religieux de la Mésopotamie; parfois, en effet, elle y remplace le disque simple, le croissant, la rouelle, la croix, l'étoile et les autres symboles qui, dans le champ des plus anciens cylindres, se montrent au-dessus des personnages divins, des autels, des pyrées, de l'arbre sacré, etc.

Cependant les globes ailés du bassin de l'Euphrate, comme ceux de la Phénicie et de l'Asie Mineure, ont bien leur point de départ dans la vallée du Nil. C'est là seulement qu'ils peuvent être ramenés à leurs éléments simples et intelligibles : le disque, l'épervier, le bouc, les serpents. De plus, — alors qu'en Égypte le globe ailé s'observe sur les monuments dès la sixième dynastie (1), — on le chercherait vainement en Mésopotamie sous le premier empire chaldéen et même sous le premier empire assyrien (2).

C'est seulement à partir des Sargonides qu'il apparaît sur les cachets et les bas-reliefs. La fondation de Khorsabad marque, du reste, au dire de M. Layard, l'époque où se montrent pour la première fois, dans l'art assyrien, le scarabée, la clef de vie, la fleur de lotus et les autres symboles empruntés à l'Égypte (3).

Même la découverte du globe ailé sur des monuments

---

(1) Lepsius. *Denkmäler aus Ægypten und Æthiopien*, t. II, pl. 12, 116, 123, 135, 136.

(2) V. le classement établi par M. J. Menant dans son précieux ouvrage : *Les pierres gravées de la Haute-Asie*. Paris, 2 vol., 1883-1886.

(3) Layard. *Nineveh and its remains*, Londres, 1848-49, t. II, pp. 213-214.

plus anciens de la Mésopotamie ne serait pas encore un argument contre la provenance égyptienne du symbole. Les révélations de l'assyriologie ont singulièrement reculé le commencement des relations entre l'Égypte et la Chaldée. Ces rapports semblent remonter, pour le moins, à Naram-Sin, le fils de Sargon, qu'une tablette de Nabounid, confirmée par divers calculs chronologiques, fait régner dans le pays d'Accad au XXXVIII[e] siècle avant notre ère (1).

S'il est un fait surprenant, c'est que les principaux symboles de l'Égypte n'aient pas pénétré plus tôt dans l'imagerie chaldéenne. Ils ont dû, en effet, se répandre bien avant la constitution de l'empire assyrien, avec les ivoires, les cachets, les bijoux qu'apportaient d'Égypte les armées et les caravanes — témoins les nombreux scarabées au cartouche de Totmès III et d'Aménophis III retrouvés de nos jours dans le bassin du Tigre (2).

Plusieurs savants, entre autres MM. George Rawlinson et J. Menant, se sont demandé si le disque ailé de la Mésopotamie n'avait pas son prototype dans l'oiseau sacré aux ailes déployées qu'on promenait dans les processions religieuses et qui couronne déjà les enseignes sculptées à Telloh (3). Il est très vrai que le disque mésopotamien, grâce à la présence d'une queue pennée, présente en général une physionomie ornithomorphe plus accentuée encore que celle du globe ailé de l'Égypte. Toutefois, le principe même de cette combinaison est d'origine égyptienne. C'est

---

(1) A. H. Sayce. *Religion of the ancient Babylonians.* Londres, 1887, pp. 21 et 137.

(2) Layard. *Nineveh and Babylon,* Londres, 1853, chap. XII.

(3) J. Menant. *Les pierres gravées de la Haute-Asie,* t. II, p. 17.

l'Égypte seule qui a pu donner aux Assyriens l'idée d'introduire, en quelque sorte, dans la représentation de l'oiseau divin, le globe, les uræus et les cornes. S'il restait quelque doute à cet égard, il serait levé par l'examen des formes intermédiaires qui servent de transition graduée entre les globes ailés des deux pays.

On a voulu voir dans les traits rectilignes, terminés en boule, qui servent d'appendices inférieurs à quelques disques ailés d'Assyrie, l'équivalent des pattes qui tiennent un anneau dans les représentations du vautour ou de l'épervier égyptien. Il n'y aurait rien d'étrange à ce que, empruntant les ailes de l'oiseau sacré, le globe ornithomorphe lui ait également pris ses pattes. Toutefois, dans la grande majorité des disques asiatiques, ces traits sont ondulés ou recourbés et dérivent incontestablement des uræus égyptiens, comme on peut s'en assurer par le rapprochement des deux figures ci-dessous :

Fig. 6. Globe égyptien.
(Lepsius. *Denkmäler*, t. II, fig. 136.)

Fig. 7. Globe mésopotamien.
(Lajard. *Mithra*, pl. XXXVI, fig. 13.)

Reste à expliquer comment le symbole égyptien du soleil est devenu, en Mésopotamie, la représentation figurée du dieu suprême. Sir G. Rawlinson suppose que les Assyriens ont tracé un cercle pour signifier l'éternité, puis qu'ils y ont ajouté des ailes pour exprimer l'omniprésence et inséré une figure humaine pour symboliser la suprême

sagesse (1). Il est possible, bien que nous manquions de renseignements à cet égard, qu'une interprétation analogue ait été appliquée dans les écoles sacerdotales de Babylone et de Tyr, à l'époque de spéculation métaphysique où Sanchoniathon définissait, comme un symbole du mouvement perpétuel, la double paire d'ailes de certaines figures divines empruntées par la Phénicie à l'art de la Mésopotamie ou de l'Égypte (2). Mais des intentions aussi raffinées se chercheraient vainement chez les premiers artistes assyriens qui façonnèrent les disques ornithomorphes et anthropoïdes. Il est bien plus probable que, sous l'influence envahissante de l'art et de la symbolique égyptienne, ils se bornèrent à copier, pour représenter leur dieu suprême, le symbole qui leur semblait, dans l'imagerie de leurs voisins, exprimer l'idée équivalente.

En Égypte même, le soleil apparaissait, depuis longtemps, comme la manifestation essentielle, la face visible, la « prunelle » du dieu unique. Toute la mythologie de l'Égypte, à l'époque de son complet développement, avait fini par devenir, suivant une expression de M. Paul Pierret, un drame solaire (3). Dès lors, il est facile de comprendre que le globe ailé, c'est-à-dire la synthèse des principales images appelées à représenter le soleil dans la vallée du Nil, ait été adopté par les peuples soumis à l'influence de l'Égypte, pour symboliser leurs propres conceptions du divin dans ses plus hautes manifestations.

---

(1) G. Rawlinson. *The five great Monarchies*, t. II, p. 231.

(2) *Sanchoniathonis fragmenta*, éd. Orelli, p. 38.

(3) P. Pierret. *Essai sur la mythologie égyptienne* Paris, 1876, p. 15.

Là ne devaient pas s'arrêter les destinées du globe ailé. Nous voyons, par l'accueil que lui firent les Perses, comment les symboles passent d'un peuple à un autre et même d'un culte à un culte rival. Lorsque Cyrus soumit le second empire de Babylone, en 538 avant notre ère, les Perses n'avaient guère d'imagerie religieuse. Tout en maintenant leur foi nationale, ils empruntèrent bientôt à la religion, ou plutôt à l'art du peuple vaincu, les représentations figurées qui leur semblèrent de nature à exprimer leurs propres croyances. C'est ainsi que les génies assyriens à double paire d'ailes fournirent un corps aux sept esprits supérieurs du mazdéisme, les Amshaspands. Les démons chaldéens, aux formes hideuses et bestiales, servirent à figurer les daevas, ces personnifications iraniennes de tout ce qui est ténébreux, faux et impur (1).

Jusque-là Ahura Mazda, le Seigneur omniscient, avait été peut-être exclusivement représenté dans le culte par la flamme des pyrées, ainsi qu'il convenait à un dieu « semblable de corps à la lumière, et d'esprit à la vérité ». Désormais il empruntera le symbole de Bel et d'Assour : le disque ailé sous l'une des deux formes que lui a données l'Assyrie, mais avec des modifications généralement heureuses. Dans le type anthropoïde, le disque, avec ses appendices inférieurs, devient de plus en plus une ceinture aux bouts flottants. Toute trace des cornes disparaît. Le génie inscrit dans le cercle échange la tunique collante et la mitre basse des Assyriens contre la robe à larges

(1) Fr. Lenormant. *Les origines de l'histoire*, 2e éd., t. I, p. 79.

manches et la haute tiare des Mèdes. Cependant l'attitude reste celle d'Assour. Tantôt planant au-dessus du char royal, le dieu décoche une flèche aux animaux féroces ou aux ennemis du souverain, tantôt il a la main droite levée et tient de la gauche une fleur de lotus.

FIG. 8. Ahura Mazda.
(LAJARD. *Mithra*, pl. II, fig. 32.)

L'autre type offre également des formes plus élégantes et plus déliées qui peuvent soutenir la comparaison avec les meilleurs exemplaires de la Phénicie et de l'Égypte. M. Dieulafoy a, du reste, démontré que l'architecture et l'ornementation des Perses se sont fréquemment inspirées de l'art égyptien, pris à ses sources mêmes et non dans ses imitations assyriennes (1).

II. — *Les origines du caducée.*

En Europe, je ne sache pas que le globe ailé se soit rencontré jusqu'ici, sauf dans les îles de la Méditerranée où il a été directement importé par les Phéniciens. La Grèce ne semble pas lui avoir donné droit de cité, quoiqu'elle se soit

(1) DIEULAFOY. *L'art antique de la Perse*, 3e part., § IV, pp. 33 et suiv.

ouverte à des symboles asiatiques moins importants ou moins répandus, tels que le *svastika*, le *triscèle*, le foudre, le lotus, etc. Il se montre bien à Tarse, à Paphos, à Carthage, sur des monnaies dont la facture révèle l'influence plastique de l'art grec. Mais ces pièces se rattachent trop aux civilisations de l'Asie par leurs sujets, leurs symboles et même leur légende pour qu'on puisse les porter à l'actif de la symbolique classique (1). Celle-ci a sans doute connu le symbole du disque ou de la roue solaire (2); il est même possible que certaines représentations d'Ixion sur la roue aient été empruntées, comme le suppose M. Gaidoz, au type du dieu assyrien inscrit dans le disque ailé. Mais l'art grec était trop anthropomorphique pour prêter des formes contre nature aux incarnations figurées de son idéal divin. Il laissa donc aux monstres les corps monstrueux et s'il attacha des ailes aux épaules de quelques-uns de ses génies ou de ses dieux, ce furent des simples accessoires qui n'altérèrent ni les formes ni les proportions de la physionomie humaine.

Même la roue ailée, dont la symbolique de nos arts industriels fait un si fréquent usage, n'apparait qu'exceptionnellement sur les monuments grecs et romains, si on laisse de côté l'espèce de vélocipède que monte Triptolème ; encore, dans ces rares exemples, figure-t-elle simplement

---

(1) Duc de Luynes. *Numismatique des Satrapies*. Paris, 1846, pl. I, fig. 1, 2, 3, pl. II, fig. 3, 4, 5. — Barclay V. Head. *Guide to the Coins of the Ancients*. Londres, 1881, pl. XI, nos 40 et pl. LIX, no 33.

(2) H. Gaidoz. *Le dieu gaulois du soleil et le symbolisme de la roue*. Paris, 1886, pp. 44 et suiv.

comme abréviation de char ou comme symbole de mouvement, et, dans aucun cas, elle ne peut se rattacher à l'image de la rouelle ailée qui, sur certains monuments asiatiques, dérive du globe égyptien (1).

Il existe, néanmoins, dans la mythologie figurée de la Grèce, un symbole qui pourrait bien se relier indirectement au globe ailé de la Phénicie et de l'Asie mineure. C'est le caducée.

Le caducée classique est formé d'une verge ailée, autour de laquelle deux serpents s'enroulent symétriquement pour former une sorte de chiffre huit ouvert par le haut. Mais ce type ne représente pas la forme primitive du symbole chez les Grecs (2). Il est probable que le caducée a été d'abord une simple baguette magique, un bâton fleuronné — à trois feuilles, τριπέταλος, comme dit l'hymne homérique à Hermès, — voire une fourche comme celle que la tradition assigne à Hadès, et qu'une pierre gravée du cabinet de France nous montre dans la main d'un Mercure coiffé du pétase ailé (3). Dans les représentations les plus anciennes, le caducée apparaît comme un bâton dont la tête noueuse donne naissance à deux rameaux qui s'arrondissent pour se rapprocher à leur extrémité.

---

(1) V. dans les *Monuments inédits* de Raoul Rochette (Paris, 1833), la scène du jugement d'Oreste (pl. XL, fig. 1) où Minerve s'appuie sur une roue ailée, qui, dans l'opinion de l'auteur, représente le char de la déesse; aussi (pl. XLIII. fig. 2) le personnage qui semble s'avancer à l'aide de roues ailées placées sous ses pieds.

(2) P. Decharme. *Mythologie de la Grèce antique*, p. 162.

(3) N° 1601 du catalogue, reproduit dans l'*Histoire des Romains* de M. Duruy. Paris, 1885, t. VII, p. 50.

Il prend ainsi l'apparence d'un cercle placé sur une hampe et surmonté d'un croissant.

a

FIG. 9. Caducée des Grecs.
(OVERBECK. *Kunstmythologie*, pl. XXVI, fig. 6.)

b

FIG. 10. Caducée punique.
(PERROT et CHIPIEZ, t. III, p. 232.)

Or, sous cette forme, il s'observe si fréquemment sur les monuments phéniciens (fig. 10) qu'on doit se demander avec M. Perrot « si le caducée a été emprunté par les Phéniciens à la Grèce et à son Hermès, ou si celui-ci n'a pas plutôt dérobé cet attribut à quelque dieu de l'Orient, son aîné de bien des siècles (1) ». MM. Perrot et Chipiez nous semblent eux-mêmes fournir une réponse décisive à cette question, lorsque, dans un volume ultérieur, ils nous font voir le caducée sur des monuments hittites de l'Asie Mineure où personne ne peut songer à des imitations ou même à des réminiscences de l'art grec (2).

A Carthage, le caducée est presque toujours associé au cône sur des stèles dédiées, soit à Tanit « face de Baal, » soit conjointement à Baal Hamman et à Tanit. S'il est probable que le cône des monuments puniques figure le symbole de Tanit, est-il téméraire de supposer que le caducée

(1) PERROT et CHIPIEZ. T. III, p. 463.
(2) PERROT et CHIPIEZ. T. IV (*Judée, Syrie, etc.*), fig. 274 et 353.

pourrait bien y représenter, soit l'associé de la grande déesse de Carthage, le dieu phénicien du soleil ou de la chaleur solaire, Baal Hamman, — soit l'hypostase ordinaire de Baal Hamman, son « messager », son « ange », Malac Baal (1), — soit enfin le troisième personnage de la triade carthaginoise, Iol ou Iolaüs, le divin enfant solaire, tour à tour perdu et retrouvé, comme Atys et Adonis (2)?

Le caducée des Grecs semble avoir été un symbole essentiellement solaire — bien plus que, par exemple, un symbole de l'éclair, comme le voudrait M. Schwartz (3). — D'après les termes d'Homère, c'est une verge d'or qui tour à tour « charme les yeux des hommes et les fait sortir de » leur sommeil » (4); il attire les morts aux enfers et il peut les ramener au jour; enfin, vraie baguette magique, il change en or tout ce qu'il touche. — Je n'en conclus nullement qu'Hermès ait été un dieu solaire ou même un dieu du soleil sous l'horizon. Mais, chez les Grecs mêmes, la

---

(1) Ph. Berger. *L'ange d'Astarté* dans *la Faculté de théologie protestante à M. Édouard Reuss*. Paris, 1879, pp. 52-54.

(2) Fr. Lenormant. *Gazette archéologique*, 1876, p. 127. — M. Philippe Berger est plutôt tenté de voir dans le caducée un symbole de Tanit, comme évoquant l'image de l'asherah, ce pieu ceint de bandelettes qui figurait chez les Cananéens la grande déesse de la nature (*Gazette archéologique*, 1880, p. 167.) — Cependant ces sortes de *mais* ont servi également à représenter des dieux mâles et même des dieux solaires. C'est par un pin couronné de violettes et orné de bandelettes qu'on symbolisait Attis dans les fêtes commémoratives de sa mort (P. Decharme. *Mythologie de la Grèce antique*, Paris, 1886, p. 367).

(3) W. Schwartz. *Der Blitz als geometrisches gebilde* dans *Jubiläumsschrift des Posener Naturwissenschaftliche Vereins*, 1887, p. 226.

(4) *Odyssée*, V, v. 47-48.

tradition voulait que le caducée lui eût été donné par Apollon en échange de la lyre.

Où et comment peut-on supposer que le caducée phénicien aurait remplacé, dans la main d'Hermès, l'ancienne bagette à trois feuilles ? Peut-être cette substitution se sera-t-elle faite chez ces colons grecs de la Cyrénaïque qui ont plus ou moins contribué à introduire des éléments puniques et même égyptiens dans la mythologie et dans le culte des Hellènes (1). Peut-être aussi se sera-t-elle opérée, sur le sol de la Grèce, au contact direct des trafiquants phéniciens qui n'ont pu manquer de répandre avec leurs produits religieux et artistiques les attributs de leurs propres divinités nationales (2).

---

(1) MAURY. *Histoire des religions de la Grèce antique.* Paris, 1859, t. III, pp. 265 et suiv.

(2) Il n'est pas même nécessaire que les Grecs aient cru à l'identité d'Hermès avec la divinité étrangère à laquelle ils empruntaient ainsi le caducée. Il convient cependant de faire observer qu'entre Hermès et Baal Hamman les ressemblances étaient trop nombreuses pour ne pas frapper leurs adorateurs respectifs, une fois que ces dieux se trouvaient en contact. Tous deux sont unis à la déesse de l'amour, Aphrodite-Astarté. Tous deux ont pour animal sacré le bélier; ce dernier trait leur est même commun avec l'Ammon des Libyens et l'Amoun-Ra des Égyptiens. La divinité qui protégeait le trafic des Phéniciens devait aisément passer, aux yeux des Grecs, pour le dieu du commerce, et l'on sait qu'Hermès s'attribua cette qualité aux temps post-homériques.

Quant à Malac Baal, M. Ph. Berger fait observer qu'il est, comme Hermès, un initiateur, un intermédiaire entre les hommes et la divinité supérieure. Tout deux sont représentés, voire personnifiés par des stèles : hermès ou bétyles. Tous deux revêtent parfois la figure humaine avec des ailes, sauf que l'art grec a mis celles-ci aux talons de son dieu — de même qu'il a changé de place, dans le caducée, les ailes du globe ailé (*l'Ange d'Astarté, loc. cit.*, pp. 52-54).

D'autre part, il y a également passage du caducée phénicien au disque sacré de l'Asie, avec ses cornes arrondies vers le haut, sa queue triangulaire et ses appendices inférieurs, tantôt semblables à des bandelettes, comme les *stemmata* des caducées grecs, tantôt analogues à des espèces de pattes, comme les traits enroulés que nous avons constatés sous certains globes ailés de la Mésopotamie et que nous avons vus également descendre du disque dans quelques triçûlas bouddhiques (1).

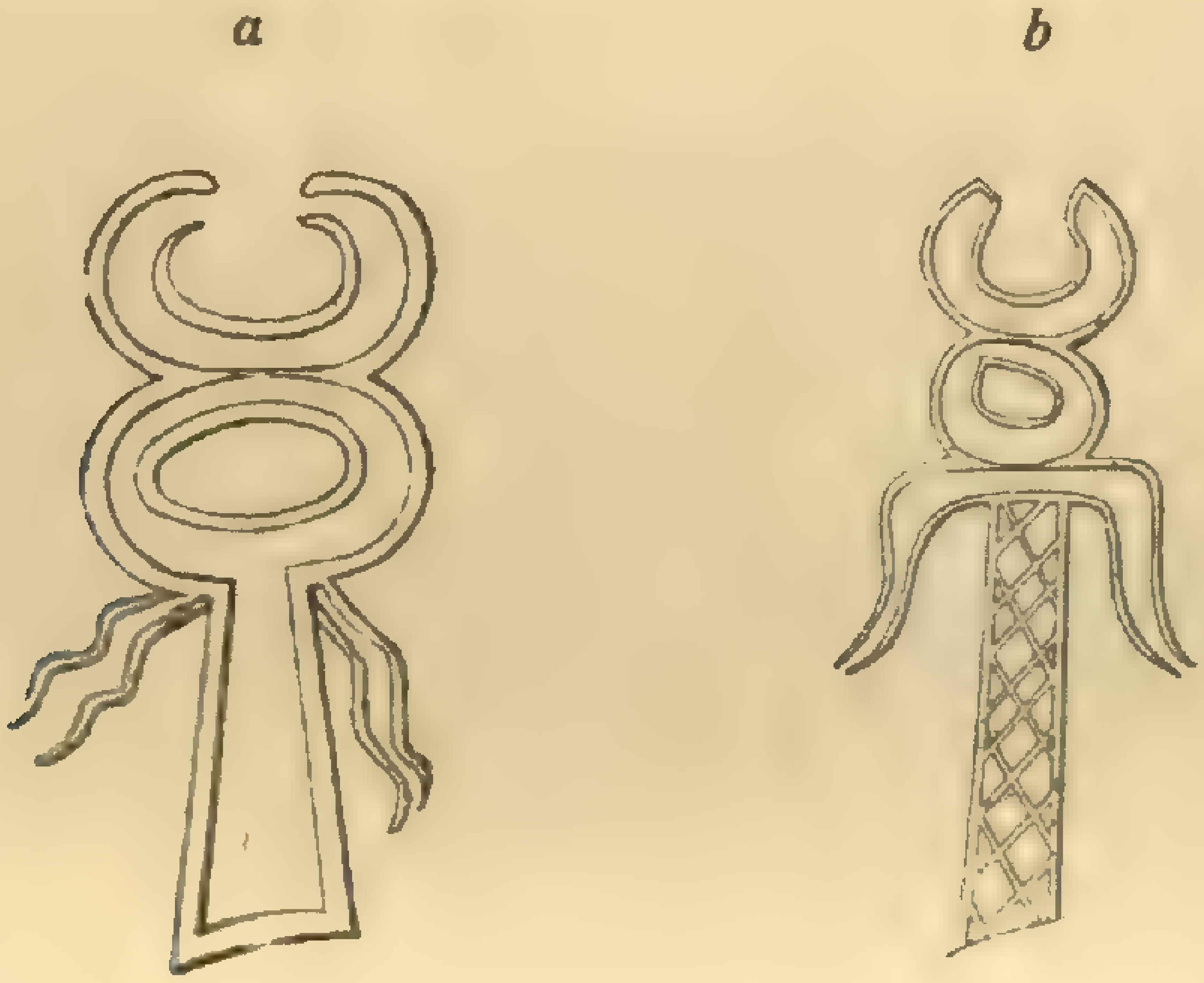


Fig. 11. Variétés de caducées puniques (2).

Ces figures offrent bien la charpente du globe ailé. A la vérité, les ailes manquent. Mais il faut se rendre compte

---

On peut ajouter que les Grecs eux-mêmes avaient senti cette analogie entre le messager de Zeus et les hypostases de Baal Hamman, car Pausanias (*Élide*, XV) nous apprend que, dans le prytanée d'Olympie, on rendait des hommages à Héra Ammonienne (probablement Tanit) et à Parammon, divinités de la Libye. « *Parammon,* ajoute-t-il, *est un surnom d'Hermès.* »

(1) Voir le *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1888, nos 7-10, p. 334.

(2) *a.* W. S. W. Vaux. *Inscriptions in the Phœnician character.* Londres, 1863, pl. I, fig. 2.

b. Id. pl. VII, 20.

que, quand les symboles, pour une raison quelconque, se départent de leur rigidité hiératique, ils tendent à se simplifier, comme si la partie valait pour le tout. C'est ainsi que, sur certains monuments de l'Assyrie, le type conventionnel de l'arbre sacré est remplacé par sa palmette terminale, sans que la valeur religieuse de l'image en paraisse amoindrie. Les ailes manquent à maint globe solaire de la Phénicie, que cependant la présence des uræus et même d'une touffe de plumes au sommet du disque rattache d'une façon incontestable au globe ornithomorphe de l'Égypte. Au-dessous de ces globes sans ailes apparaît fréquemment, tant en Palestine qu'en Libye, un des symboles favoris de la symbolique phénicienne : le croissant encadrant le disque.

FIG. 12. Globe phénicien à uræus sans ailes
(RENAN. *Mission de Phénicie*, pl. LV.)

Renversez cette figure et placez-là sur une hampe, comme certains disques ailés de l'Asie antérieure (1); vous aurez incontestablement une transition au caducée.

Il existe, d'autre part, des caducées asiatiques où le cercle est remplacé par un globe en relief surmonté d'une véritable paire de cornes (fig. 13). Même en Grèce, nous trouvons sur une amphore tyrrhénienne reproduite par

(1) V. un disque ailé servant d'étendard, dans le champ d'un cylindre que M. J. Ménant croit d'origine hettéenne, et M. Perrot, de facture phénicienne ou assyrienne. PERROT ET CHIPIEZ, *Op. cit.*, t. IV, p. 770.

MM. de Witte et Lenormant un caducée formé d'un disque plein, que couronne un croissant fortement creusé (fig. 14).

Fig. 13. Caducée hittite (1).

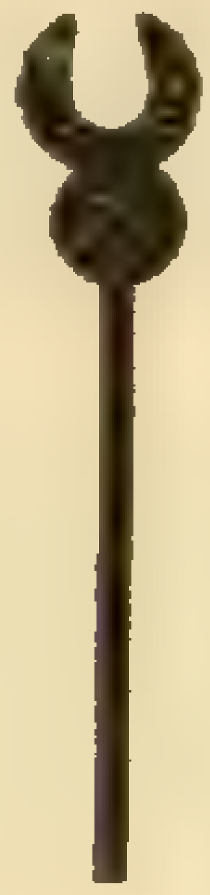


Fig. 14. Variété de caducée grec (2).

Il ne faut pas oublier non plus que les ailes ont ultérieurement reparu dans le caducée grec, ainsi que les serpents. La disposition de ces accessoires y est sans doute différente, mais ce sont là de simples transpositions, comme l'art grec ne s'en est jamais refusées dans ses préoccupations esthétiques. Non pas que je veuille attacher à cette réapparition des ailes et des serpents une importance exagérée. Mais, sans faire injure au génie inventif de la Grèce, on doit reconnaître que cette double coïncidence est au moins étrange, s'il n'est permis d'y chercher soit une réminiscence archéologique, un retour à des formes anciennes ou étrangères, soit même la persistance d'une tradition plastique dont les anneaux intermédiaires ne nous sont point parvenus. Il est à noter que le serpent enroulé au bout d'une perche figure, dans l'imagerie punique, parmi les symboles de Baal Hamman (3).

---

(1) Perrot et Chipiez, t. IV, f. 353.

(2) de Witte et Ch. Lenormant. *Élite des monuments céramographiques de la Grèce*, t. III, pl. XXXVI A.

(3) Ph. Berger. *Bandeau d'argent trouvé aux environs de Batna* dans la *Gazette archéologique* de 1879, p. 135.

Une légende assez tardive, dont Hygin s'est fait l'écho, prétend bien expliquer la présence des serpents dans le caducée grec par un exploit d'Hermès jetant son emblème entre deux serpents qui se battaient. Mais il est clair que nous avons là un cas de ce que M. Clermont Ganneau a appelé la *mythologie iconologique*. Ce n'est pas l'image qui a été fabriquée pour illustrer le mythe, mais le mythe qui a été inventé pour expliquer l'image.

III. — *De quelques combinaisons du globe ailé.*

J'ai montré, dans une précédente communication, comment le globe ailé avait pénétré dans l'Inde et quelle influence il avait pu exercer sur le développement du symbole connu sous le nom de *triçûla* ou *vardhamâna*.

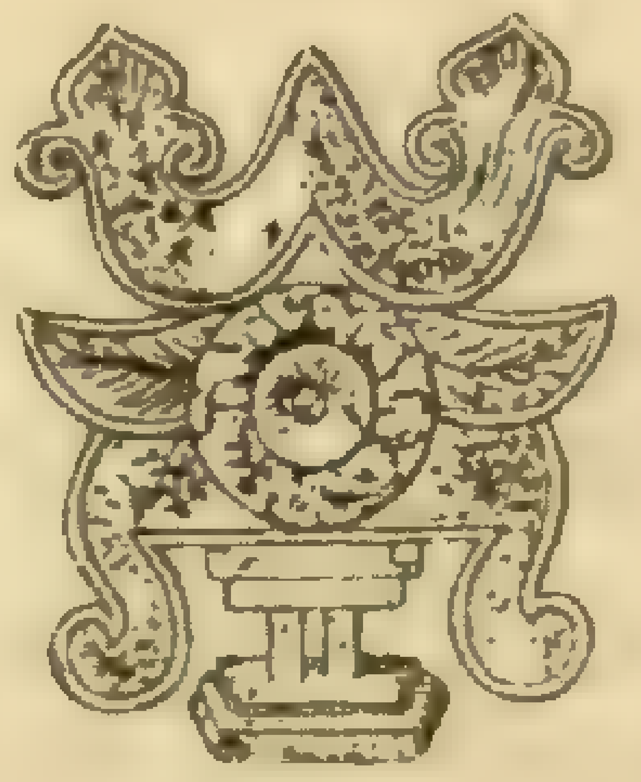


Fig. 15. Triçûla d'Amaravati.
(*Journal* de la *Royal Asiatic Society*, t. XVIII (*nouv. sér.*), p. 392.)

Je me suis également efforcé d'établir comment le triçûla, après avoir absorbé d'autres symboles indigènes ou étrangers — tels que le disque et le trident, le caducée, la roue, le lotus, le scarabée, le *lingam* entre les serpents, — avait prêté ses formes à la coiffure du Bouddha, aux idoles de Jagannâtha, à l'arbre sacré des traditions bouddhiques,

pour revenir, dans les bas-reliefs de Bôrô-Boudour, au globe orné des uræus (1).

Il est intéressant d'observer que des combinaisons analogues se sont produites, à l'autre extrémité de l'Asie antérieure, autour du globe ailé ou de ses dérivés.

On rencontre, sur un vase trouvé à Citium, dans l'île de Chypre, par le général de Cesnola, une figure assez bizarre, à propos de laquelle M. Perrot se demande : « Faut-il l'appeler colonne, stèle ou palmette? » (2)

FIG. 16. Vase de Citium
(PERROT et CHIPIEZ, t. III, fig. 518.)

(1) *Le Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes; ses origines et ses métamorphoses,* dans le BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. XVI (3e série), pp. 333 et suiv.

(2) T. III (*Phénicie*), p. 706.

Les traits les plus saillants de cette figure, ses feuilles médianes, son fleuron terminal, les deux paires de volutes qui la coupent en sens inverse, enfin et surtout sa position entre deux animaux affrontés qui, dressés sur les pattes de derrière, semblent chercher à atteindre de la gueule les extrémités du fleuron — tous ces détails paraissent révéler l'intention de représenter l'arbre sacré de la Phénicie dans sa forme conventionnelle et avec ses accessoires si caractéristiques.

FIG. 17. Arbre sacré de Phénicie.
(LAJARD, *Mithra*, pl. LIV A, fig. 3.)

D'autre part, l'image se termine en bas par une véritable queue pennée qu'on dirait empruntée à un globe ailé de l'Asie antérieure; les feuilles médianes peuvent être prises pour des ailes; les volutes inférieures font songer aux appendices obliques du disque assyrien qui se terminent en boucle; enfin, les volutes supérieures reproduisent la banderole qui surmonte certains exemplaires du globe mésopotamien (1).

(1) Sir G. Rawlinson, décrivant le type le plus répandu de l'arbre sacré chez les Assyriens, compare l'espèce de chapiteau ionique renversé qui supporte la palmette terminale à « la banderole qui surmonte ordinairement le globe ailé » (*The five great Monarchies of the East*, t. II, p. 236). Voir plus haut, fig. 4.

En résumé, il n'y manque que deux choses pour en faire un globe ailé : ce sont le globe et les ailes. Cependant, dût-on me reprocher de faire un civet sans lièvre, je ne puis m'empêcher de soutenir que jamais ne s'est mieux révélée, sous le pinceau d'un décorateur oriental, l'obsession du globe ailé (1).

Je citerai encore, comme exemple de la même obsession, une figure gravée sur une pierre recueillie aux environs de Damas et reproduite par M. Renan, qui la croit d'origine moabite ou ammonite.

FIG. 18. Symbole sur une pierre de Damas.
(RENAN. *Mission de Phénicie,* p. 351.)

« Ce signe, écrit M. Renan, est fréquent sur les monu-

---

(1) On remarquera en passant combien cette figure offre d'analogie avec les triçûlas d'Amaravati et de Sanchi. Les volutes supérieures, avec la projection fleuronnée qui coupe le centre de l'arc, ne rappellent-elles pas étonnamment les trois pointes du triçûla avec leur fleuron central ? De même, la paire de volutes qui s'arrondit vers le bas, aux deux côtés de la base, fait songer aux appendices ophidiens qui, dans le symbole bouddhique, s'abaissent à droite et à gauche du piédestal. Enfin, de part et d'autre, on observe, dans la partie médiane des figures, deux feuilles qui, par leur position comme par leur forme, évoquent l'idée de deux ailerons. (V. les figures 1 et 2 de ma communication précédente. *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique,* 1888, nos 9-10, pp. 333 et 334.)

ments phéniciens; il paraît venir de l'image d'une personne en prière, non moins fréquente au haut des stèles phéniciennes. »

Voici comment est généralement dessinée l'image en question :

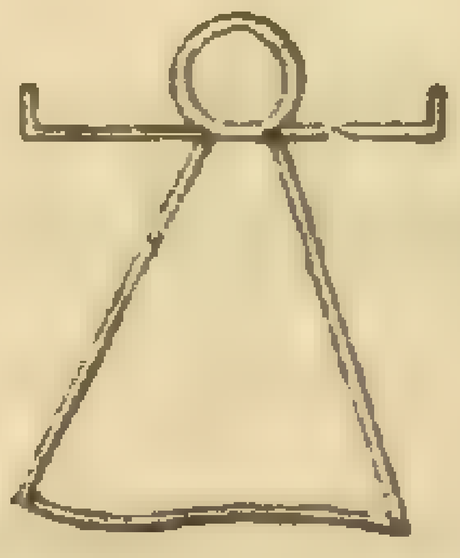


FIG. 19. Simulacre de Tanit.
(VAUX. *Inscriptions in the Phœnician character*, pl. IX, fig. 25.)

Aujourd'hui l'on admet universellement que ces prétendus orants représentent les cônes en pierre employés à figurer les grandes déesses de la nature dans les religions phéniciennes (1). On s'est borné à les enrichir d'un cercle en guise de tête et de deux bras levés.

a *b*

FIG. 20. Simulacres des déesses adorée à Byblos et à Paphos (2).

---

(1) PH. BERGER. *Représentations figurées des stèles puniques* dans la *Gazette archéologique* de 1876, t. II, p. 124.

(2) *a.* Monnaie de Byblos, PERROT et CHIPIEZ, t. III, fig. 19.
b. Médaille cypriote de Julia Domna. GUIGNAUT. *Les religions de l'antiquité* (Paris, 1825-1841), pl. LIV, fig. 206.

Il est incontestable que l'image reproduite par M. Renan rentre, par certains traits, dans cet ordre de représentations. La parenté se révèle jusque dans les deux petits cercles qui se voient à droite et à gauche du cône, dans la pierre de Damas, comme ils se voient aux deux côtés du simulacre cypriote (1). — Mais, en même temps, ne sent-on pas du premier coup d'œil que cette figure dérive également du disque ornithomorphe à la queue triangulaire, aux ailes allongées et aux cornes rectilignes ?

Nous sommes, d'ailleurs, à même de vérifier l'exactitude de cette impression, grâce à la découverte d'un cylindre moabite où M. de Vogüé a lu le nom d'un adorateur de Kamos et que M. Joachim Menant fait remonter aux origines de l'art phénicien (2).

FIG. 21. Symbole sur un cylindre moabite.
(DE VOGUÉ. *Mélanges d'archéologie orientale*, p. 89.)

Ce cylindre exhibe à l'état isolé les deux symboles qui se sont amalgamés sur la pierre de Damas, c'est-à-dire le cône et le globe ailé, l'un planant sur l'autre — toujours avec les deux petits cercles qui flanquent les côtés du cône.

---

(1) Il est encore à noter que ces mêmes cercles se montrent aux deux côtés du disque dans un grand nombre de *triçûlas*. (Voir ma communication sur le *Triçûla*, fig. 10 E.) Peut-être ont-ils originairement figuré le soleil et la lune.

(2) J. MENANT. *Pierres gravées de la Haute-Asie*, t. II, p. 223.

Si l'on m'accorde l'identité de la combinaison symbolique sur les deux pierres — et je ne vois pas comment on pourrait s'y refuser, — me sera-t-il permis de faire un pas de plus et de chercher l'explication même de cette image dans un des motifs favoris de la symbolique assyrienne : le disque ailé planant au-dessus de l'arbre sacré.

L'arbre sacré parait représenter chez les Assyriens, — au même titre que l'asherah cananéen, dont il serait l'équivalent, — la grande déesse de la nature, adorée, chez presque tous les Sémites, sous des noms et des aspects divers. Des savants aussi compétents que Fr. Lenormant et Sir G. Rawlinson ont suggéré que ce rapprochement du globe ailé et de l'arbre sacré pourrait bien symboliser l'union d'Assour, le dieu du ciel, avec Istar, en tant que personnification féminine de la terre féconde (1). Or, nous avons vu que d'autres formes de cette dernière personnification étaient représentées par des pierres coniques, à Paphos, à Byblos, à Carthage. Ne doit-on pas se demander si les combinaisons où le cône remplace l'arbre sous le disque ne procèdent pas d'un symbolisme analogue ?

Peut-être la fusion des deux emblèmes dans la pierre de Damas a-t-elle eu pour objet d'accentuer encore la représentation figurée de cette union mythique. Mais peut-être aussi faut-il simplement y voir, prise sur le fait, la façon souvent inconsciente dont les figures, rapprochées

---

(1) Fr. Lenormant. *Les origines de l'histoire.* Paris, 2e édit., t. I, p. 88. — G. Rawlinson. *The five great Monarchies of the East,* t. II, pp. 232 et suiv.

par les hasards ou les calculs de la symbolique, finissent par se souder et se confondre.

A plus forte raison, cette interprétation s'appliquerait-elle à la figure peinte sur le vase de Citium, si l'on consent à y reconnaître une pénétration réciproque du globe ailé et de l'arbre sacré, que nous avons également montrés planant l'un au-dessus de l'autre dans un cylindre de facture phénicienne. (V. fig. 17.)

Que faut-il déduire de tous ces parallélismes et de tous ces emprunts? A retrouver ainsi les mêmes traits dans les symboles les plus divers de provenance et de signification, on serait tenté de croire que la symbolique à dû se contenter d'un nombre extrêmement restreint de signes et d'images afin de pourvoir aux exigences plastiques du sentiment religieux. Cependant telle ne sera pas notre conclusion. Rien de plus riche, en réalité, que le monde des représentations symboliques, ouvert à toutes les créations de l'esprit d'analogie, qui n'a, pour ainsi dire, pas de limites chez l'homme. Mais certaines figures, une fois formées, se sont tellement emparées de l'œil et de l'imagination qu'elles sont devenues les lieux communs du langage figuré et que la main de l'artiste n'a pu se dégager de leur influence dans la production des symboles nouveaux.

Parfois aussi l'intérêt sacerdotal a dû conduire à accentuer les analogies plutôt que les dissemblances des symboles, voire à favoriser sciemment leur fusion, en vue de faciliter l'absorption ou l'unification des doctrines qu'ils représentaient.

Enfin, il faut tenir compte de la tendance populaire au syncrétisme, qui, là où elle n'est point contenue par une orthodoxie rigide, s'exerce aussi bien sur les symboles que sur les croyances.

C'est de la sorte que, chez les Égyptiens, nous avons vu le rapprochement des dieux solaires entraîner la fusion de leurs symboles. Il faut remarquer que les autres cas de syncrétisme symbolique relevés, tant dans ces recherches que dans mon étude précédente sur le triçûla, se rencontrent particulièrement chez les Phéniciens et parmi les bouddhistes.

Trafiquants infatigables, hardis navigateurs, les Phéniciens furent des assimilateurs et des intermédiaires, non des théoriciens et des inventeurs. Ils se bornèrent a combiner chez eux et à transborder d'un rivage à l'autre les inspirations artistiques et, en général, tous les éléments de culture qu'ils avaient recueillis chez leurs voisins de l'est et du sud-ouest, dans les grands empires de l'Assyrie et de l'Égypte.

Quant aux principaux apôtres du bouddhisme, leur doctrine, au début surtout, s'élevait fort au-dessus du symbolisme vulgaire. Mais, par cela même qu'elle était un système de tolérance et de rationalisme, elle n'hésita point, pour favoriser sa propagande, à accepter, en y attachant un sens nouveau, les symboles de tous les cultes avec lesquels elle vint en contact.

Au sein de pareils milieux, un symbole aussi important que le globe solaire devait nécessairement attirer et absorber les plus importantes des représentations figurées qui gravitaient dans sa sphère d'expansion, alors surtout que, de leur côté, elles se rapportaient à la lutte de la

lumière contre les ténèbres, et, par extension, de la vie contre la mort, du salut contre la perdition, du bien contre le mal. Comment s'étonner, dès lors, qu'autour de ce premier noyau, les mêmes combinaisons d'images se soient reproduites, au service des cultes et des peuples les plus divers, sur les rives de la Méditerranée, comme dans le bassin de l'Euphrate et dans celui de l'Indus? La symbolique a beau avoir à sa disposition des éléments aussi nombreux que les caprices de l'imagination : elle aussi obéit à des lois qui ont leur fondement dans la constitution de l'esprit humain.

CLASSE DES BEAUX-ARTS.

Séance du 6 décembre 1888.

M. Alex. Robert, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, J. Portaels, Alph. Balat, le chevalier L. de Burbure, Ernest Slingeneyer, Ad. Samuel, Ad. Pauli, Jos. Schadde, Th. Radoux, Émile Wauters, Peter Benoit, Jos. Jaquet, Jos. Demannez, P.-J. Clays, Ch. Verlat, G. De Groot, Gustave Biot, H. Hymans, le chevalier Edm. Marchal, Th. Vinçotte, Jos. Stallaert, J. Rousseau, *membres;* Max. Rooses, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique communique :

1° Le 3e rapport semestriel de M. Gme Van der Veeken, lauréat du grand concours de gravure de 1886. — Renvoi à la section de gravure ;

2° Une nouvelle série de bulletins relatifs aux recherches de M. Edmond Van der Straeten dans les collections et bibliothèques musicales de Rome. — Renvoi à la Commission de publication des œuvres des grands musiciens du pays.

— M. Désiré Van der Haeghen, architecte à Gand, envoie la reproduction photographique de son projet de phare, couronné par la Classe dans sa séance du 11 octobre dernier.

— M. Charles Meerens adresse une nouvelle communication relative à la gamme musicale. — Commissaire : M. Gevaert.

ÉLECTION.

La Classe procède au renouvellement de sa Commission spéciale des finances pour l'année 1889. Les membres sortants sont réélus.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

M. Hymans donne lecture d'une notice sur le peintre Jacques Jordaens, destinée à être publiée par la Commission de la « Biographie nationale ».

COMITÉ SECRET.

La Classe se constitue en comité secret pour discuter les titres des candidats aux places vacantes et pour la proposition de candidatures nouvelles.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 14 décembre 1888.

M. Crépin, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Briart, *vice-directeur;* J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, G. Dewalque, H. Maus, E. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Brialmont, Éd. Dupont, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, Alf. Gilkinet, G. Van der Mensbrugghe, W. Spring, Louis Henry, M. Mourlon, P. Mansion, J. Delbœuf, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés;* L. Errera, *correspondant.*

CORRESPONDANCE.

LL. MM. le Roi et la Reine font exprimer leurs regrets de ne pouvoir assister à la séance publique de la Classe.

Des regrets semblables sont exprimés de la part de LL. AA. RR. Monseigneur le Comte et Madame la Comtesse de Flandre.

M. le Ministre de l'Intérieur, M. le Ministre de la Guerre

et M. le Ministre de l'Agriculture, ainsi que l'Académie royale de médecine, remercient pour l'invitation à la même séance.

— La Classe accepte le dépôt dans les archives de l'Académie d'un billet cacheté portant en suscription : *Sur la conservation de la vapeur d'eau dans les espaces capillaires*, par G. Van der Mensbrugghe.

— M. J. Putsage adresse, à titre d'hommage, un exemplaire de son livre intitulé : *Études de science réelle.* L'instinct et l'intelligence. De la responsabilité. Discussion philosophique. — Remerciements.

— M. Stas présente, au nom de M. A. Petermann, un exemplaire de sa brochure académique intitulée : *Essais sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique des scories de déphosphoration.* — Remerciements.

RAPPORTS.

Il est donné lecture des rapports suivants :

1° De MM. P.-J. Van Beneden, Éd. Van Beneden et Plateau, sur le rapport de M. Pergens au sujet de la mission dont il a été chargé à la station zoologique du Dr Dohrn, à Naples ;

2° De MM. P.-J. Van Beneden, Éd. Van Beneden, Plateau

et Errera, sur la demande faite au Gouvernement par M. De Bruyne, docteur en sciences naturelles et préparateur à l'Université de Gand, afin d'être envoyé à la station zoologique précitée. — Ces rapports seront communiqués à M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique.

CONCOURS EXTRAORDINAIRE POUR 1887.

Le Gouvernement a proposé et les Chambres ont adopté une loi qui a pour objet la *conservation du poisson et le repeuplement des rivières*.

L'obstacle capital qui empêche actuellement d'atteindre ce but, c'est la corruption des eaux dans les petites rivières non navigables ni flottables, qui sont contaminées par des matières solides ou liquides déversées par différentes industries, et incompatibles avec la reproduction et l'existence des poissons.

L'Académie fait appel à la science pour faciliter l'accomplissement des vues des pouvoirs publics.

Acceptant la proposition d'un de ses membres, qui met généreusement à sa disposition une somme de *trois mille francs*, elle demande une étude approfondie des questions suivantes, à la fois chimiques et biologiques :

1° *Quelles sont les matières spéciales aux principales industries qui, en se mélangeant avec les eaux des petites rivières, les rendent incompatibles avec l'existence des poissons et impropres à l'alimentation publique, aussi bien qu'au bétail;*

2° *La recherche et l'indication des moyens pratiques de purifier les eaux à la sortie des fabriques, pour les rendre compatibles avec la vie du poisson, sans compromettre l'industrie, en combinant les ressources que peuvent offrir la construction de bassins de décantation, le filtrage, enfin l'emploi des agents chimiques ;*

3° *Des expériences séparées sur la matière qui, dans chaque industrie spéciale, causent la mort des poissons, et sur le degré de résistance que chaque espèce de poisson comestible peut offrir à la destruction ;*

4° *Une liste des rivières de Belgique qui, actuellement, sont dépeuplées par cet état de choses, avec l'indication des industries spéciales à chacune de ces rivières et la liste des poissons comestibles qui y vivaient avant l'établissement de ces usines.*

Si le mémoire est jugé satisfaisant pour la solution des deux premiers paragraphes (1° et 2°), une somme de *deux mille francs* pourra lui être décernée, quand même aucune réponse ne serait faite aux paragraphes 3° et 4° de la question.

Rapport de M. Alfred Gilkinet, premier commissaire.

« Trois réponses lui sont parvenues, deux rédigées en langue allemande, la troisième en langue française. L'une des réponses allemandes portant pour devise :

Der Fisch ein nützlich Thier ja ist,
Drum, Hausfrau, du ihn nicht vergisst,

se borne à donner quelques conseils, aussi généraux qu'anodins, celui, par exemple, de purifier les eaux avec du gravier et du sable et de recueillir les eaux industrielles dans de grands bassins avant de les déverser dans les fleuves. Cette réponse tient en entier sur une demi-feuille de papier ministre; je ne puis donc la considérer comme ayant la prétention de résoudre la question posée et j'en fais immédiatement abstraction.

Les deux autres mémoires sont beaucoup plus importants; le mémoire en langue allemande porte l'épigraphe : *Trutta;* je l'examinerai en premier lieu.

L'auteur déclare d'abord qu'il n'est pas en état de fournir des renseignements spéciaux sur la quatrième partie de la question, qui concerne surtout les fleuves et les industries de la Belgique, mais qu'il puisera dans les documents publiés par le Ministère de l'Intérieur du royaume de Saxe les matériaux de sa réponse; et, en réalité, ainsi que nous le verrons tantôt, il mentionne toutes les industries existant en Belgique et fait connaître la nature des substances qu'elles déversent dans les cours d'eau.

Dans l'opinion de l'auteur, le § 3 de la question est le plus important; avant d'avoir trouvé la solution de celui-ci, il est impossible de résoudre les autres paragraphes. Nous devons déterminer les substances qui agissent comme toxiques sur les poissons, ainsi que leur degré de nocivité, pour pouvoir en débarrasser les eaux polluées. Enfin, l'auteur estime encore que l'on peut traiter séparément la partie du § 1er qui a trait à la purification des eaux, au point de vue de l'alimentation publique et de celle du bétail. Il se propose de répondre

aux différents membres de la question dans l'ordre suivant :

1° (3) *On demande des expériences séparées sur les matières qui, dans chaque industrie spéciale, causent la mort des poissons et sur le degré de résistance que chaque espèce de poisson comestible peut offrir à la destruction;*

2° (1) *Quelles sont les matières spéciales aux principales industries qui, en se mélangeant avec les eaux des petites rivières, les rendent incompatibles avec l'existence des poissons;*

3° (2) *La recherche et l'indication des moyens pratiques de purifier les eaux à la sortie des fabriques pour les rendre compatibles avec la vie du poisson, sans compromettre l'industrie, en combinant les ressources que peuvent offrir la construction de bassins de décantation, le filtrage, enfin l'emploi des agents chimiques;*

4° (§ 1er) *Quelles sont les matières spéciales aux principales industries qui, en se mélangeant avec les eaux des petites rivières, les rendent impropres à l'alimentation publique aussi bien qu'au bétail;*

5° (§ 2) *La recherche et l'indication des moyens pratiques de purifier les eaux à la sortie des fabriques pour les rendre bonnes à l'alimentation publique aussi bien qu'au bétail.*

Les points à élucider sont nombreux; il ne s'agit pas seulement de déterminer les substances qui sont toxiques

pour les poissons, mais encore la force de résistance, très variable, des différentes espèces. Si l'on veut assurer un repeuplement durable des cours d'eau, il ne suffit pas que les expériences portent sur des individus arrivés à l'âge où ils peuvent servir de nourriture à l'homme; elles doivent être pratiquées sur tous les états de développement, depuis l'œuf jusqu'à l'individu adulte. L'influence sur l'élément fécondant mâle ne peut être non plus négligée. Enfin, la flore et la faune qui servent d'aliments aux poissons ont une importance aussi grande que l'état du milieu ambiant. Aussi les espèces peuvent-elles varier lorsque la flore d'une eau se modifie. Si la nourriture vient à leur manquer, les poissons fuiront des eaux même relativement pures. Il pourrait donc se faire que, par un mode de purification, on obtînt une eau débarrassée de tout corps nuisible, mais dans laquelle les poissons ne pourraient vivre, uniquement parce qu'ils n'y trouveraient pas leur pâture.

Quelles conditions doit réunir une eau propre à la vie et à la reproduction des poissons? Entre quelles limites peut varier sa température? Quelles sont les substances qu'elle doit renfermer? Car une eau absolument, chimiquement pure, est incompatible avec la vie des différents organismes. Il a été constaté que la nocivité de certaines substances déversées par les usines doit être attribuée au fait qu'elles privent l'eau d'un de ses principes indispensables, l'oxygène, par exemple. La présence de microorganismes, l'introduction dans une rivière de grandes quantités d'eau privée de son oxygène par la chaleur, une élévation notable de la température, etc., sont des causes qui produisent la désoxygénation de l'eau. Aussi, pendant les chaleurs de l'été, voit-on la truite se réfugier dans les

trous les plus profonds et les plus froids des ruisseaux qui coulent en plaine, alors que dans la montagne, où les eaux conservent une température moins élevée, on les rencontre dans de très petits ruisseaux à cours rapide, dans lesquels l'oxygénation de l'eau se produit continuellement. Dans les aquariums, elles se plaisent dans la traînée des légères bulles d'air que l'on injecte pour oxygéner l'eau. La présence d'une quantité suffisante d'oxygène et le degré de température de l'eau sont donc des facteurs qui ne peuvent être négligés.

Le contenu en matières minérales semble moins important, car nous trouvons les eaux en général, depuis l'eau très douce des sources en terrains anciens jusqu'à l'eau de mer, abondamment fournies de poissons, lorsqu'elles réunissent les autres conditions de vie.

Les modifications apportées aux eaux par suite de l'existence de l'homme sont nombreuses et complexes; lorsqu'elles deviennent importantes, visibles, nous disons que les eaux sont polluées. Les matières qui souillent les eaux sont solubles ou simplement suspendues; elles sont de nature organique ou inorganique. Très rarement, une rivière est entièrement privée de matières en suspension, au moins à certaines époques, après de fortes pluies, par exemple. Sous certaines influences, les algues et les champignons peuvent se multiplier fort rapidement. En se déposant, les matières en suspension peuvent englober le frai des poissons et empêcher son développement ultérieur; elles se déposent aussi sur les branchies de l'adulte et empêchent plus ou moins sa respiration normale. Les algues et les champignons s'attachent également aux branchies et l'auteur a pu observer dans l'eau saumâtre du

delta d'un grand fleuve des milliers de poissons dont la mort avait été causée par des algues vertes, formant d'épais coussinets dans les branchies.

L'effet des substances solubles est aussi très variable : on voit certaines espèces d'eau douce s'accommoder facilement à l'eau saumâtre et même à l'eau de mer, qui renferme de grandes quantités de sels. Les eaux fortement ferrugineuses ne contiennent pas de poisson, et l'on ne peut décider *a priori* si cette carence est due au fer lui-même ou au dépôt d'oxyde ferrique qui se produit au contact de l'air. De même, l'acide carbonique est nuisible, non seulement par lui-même, mais encore parce qu'il déplace une partie de l'oxygène en solution. Le gaz des marais, le sulfide hydrique, rentrent également dans la catégorie des gaz nuisibles.

Jusqu'à quel point toutes les substances énumérées sont-elles incompatibles avec la vie du poisson? C'est ce que l'auteur se propose surtout d'élucider par ses recherches. Il confirme d'abord les expériences de Grandeau, d'après lesquelles des poissons de même espèce et de même taille se montrent au même degré sensibles à l'action des substances nuisibles. Avec l'auteur précédent, il a constaté que la mort est précédée d'une période d'asphyxie, pendant laquelle le poisson est couché sur le côté et perd la sensibilité aux attouchements. C'est le moment où se produisent ces phénomènes que l'auteur choisit comme terme de l'expérience, et il désigne sous le nom de *durée de résistance* le temps écoulé entre ce moment et l'introduction du poisson dans le liquide. Cette façon de procéder présente différents avantages; d'abord celui de raccourcir les expériences, de façon qu'on puisse les

multiplier; ensuite elle fournit la possibilité de maintenir ces dernières dans les mêmes conditions de température et de concentration des liqueurs; enfin, le poisson, arrivé à la limite de résistance que l'auteur indique, peut échapper à la mort si on le replace dans de l'eau pure.

Les poissons résistent d'autant mieux à un liquide toxique que celui-ci est maintenu à une température plus basse et que leur taille est plus considérable. L'auteur ne se cache pas que les conditions naturelles ne répondent pas aux conditions des expériences de laboratoire. Dans les cours d'eau, rarement l'action délétère se manifeste à l'état aigu; le plus souvent, la mort du poisson est produite par une intoxication lente et prolongée; dans le laboratoire, on ne peut guère déterminer que la limite de résistance à un milieu relativement actif; il serait impossible de prolonger indéfiniment l'expérience sans devoir fournir au sujet les conditions normales de nourriture et de vie, sous peine de tirer des conclusions inexactes; de plus, à l'état naturel, l'influence délétère se manifeste dans des eaux courantes sans cesse renouvelées. Après avoir soumis à quelques essais des poissons renfermés dans un réservoir et placés dans l'eau courante, l'auteur a renoncé à ce mode d'expérimentation peu pratique; en effet, un certain nombre des animaux témoins, placés dans un réservoir soustrait à l'influence toxique, mouraient après quelque temps, faute de rencontrer les conditions normales d'existence, de façon que la comparaison devenait très difficile.

Au sujet de la nature des maladies qui produisent la mort du poisson, l'auteur remarque que nos connaissances ichthyopathologiques sont encore fort peu développées; il

passe cependant en revue les différentes affections connues, notamment celles dans lesquelles on a constaté la présence d'organismes inférieurs, que ceux-ci causent la maladie ou qu'ils en soient l'effet.

D'après ce qu'il vient de dire, l'auteur formule de la façon suivante la question à élucider :

1° *Des poissons de genres et d'espèces différents ne présentent pas le même degré de résistance aux influences extérieures nuisibles ;*

2° *La résistance d'une même espèce, prise à différents âges (depuis le germe jusqu'à l'adulte), est-elle variable et à quel degré ?*

3° *La nourriture nécessaire à chaque phase du développement, c'est-à-dire la flore et la faune du cours d'eau, n'a-t-elle pas été endommagée ?*

4° *Qu'entend-on par* EAU NORMALE *pour les poissons ?*

5° *Dans quelles limites sa température peut-elle varier et quelle est l'influence de cette dernière sur la force de résistance des poissons?*

6° *Quelle est l'action des corps solubles :* a) *gazeux,* b) *solides?*

7° *L'influence des constituants d'une eau naturelle sur la flore et la faune est-elle visible?*

8° *Quelle est l'influence des impuretés naturelles et de*

celles qui résultent de l'existence de l'homme et que l'on peut subdiviser de la façon suivante :

a. Matières insolubles.
— organisées.
— organiques.
— inorganiques.

b. Matières solubles.
— solides.
— liquides.
— gazeuses.

9° *Quelles sont les conditions de vie du poisson sain?*

10° *Que savons-nous des maladies des poissons et quels sont les premiers symptômes par lesquels elles se manifestent?*

11° *Quelle échelle pouvons-nous adopter pour mesurer le degré de nocivité des impuretés?*

12° *Quelle est la façon la plus rationnelle de procéder aux expériences?*

Avant de passer à ses expériences personnelles, l'auteur parcourt rapidement les documents, assez épars qui constituent toute la littérature; il mentionne, entre autres, les travaux de P. Bert, de Grandeau, de A. Wagner, de Reichart, etc., sur la résistance de quelques poissons aux influences toxiques; ceux de O. Zacharias, de A. Forel, Asper, Imhof, Legoux, Weissmann, etc., sur la faune microscopique ou peu apparente des eaux; ceux de Bau-

mert, Boussingault, Quinquaud, sur la nécessité de l'oxygénation, etc.

L'auteur expose ensuite ses propres expériences, qui ont porté sur les espèces suivantes : Perche, Épinoche, Silure, Tanche, Goujon, Ablette (2 états de développement), Rotengle, Ombre vulgaire (2 états de développement), Truite (6 états de développement à partir de l'œuf), Saumon (4 états de développement), Ombre chevalier, Saumon de Californie, Truite d'Amérique (*Salmo fontinalis*, 2 états), Brochet et Anguille.

Quant aux substances expérimentées, elles sont nombreuses; nous les citons également : oxygène, anhydride carbonique, chlore, anhydride sulfureux, acide oxalique, tanin, hydrate calcique, ammoniaque et carbonate ammonique, carbonate sodique, savon, chlorure manganeux, permanganate potassique, sulfate ferreux, sels ferriques, alun, chlorures ammonique, calcique, sodique et magnésique, sulfate magnésique, acide arsénieux, arsénite et arséniate sodique, chlorure mercurique, sulfate de cuivre et de zinc, chlorure stannique, cyanure potassique, sulfocyanate ammonique, ferrocyanure potassique, sulfate sodique, sulfide hydrique, sulfide carbonique, acide phénique, goudron, alcools méthylique, éthylique et amylique, glycérine, pétrole, huile d'olive.

L'auteur s'est efforcé de fixer le degré de concentration auquel une eau, additionnée des différentes substances que nous avons énumérées, devient toxique; ses expériences atteignent le nombre de 272; ensuite, il fait connaître une série d'essais de fécondation d'œufs de truite, opérés dans différents liquides toxiques; enfin, quelques expériences exécutées avec des eaux domestiques, dont une partie renfermait le contenu des latrines. On comprend

que je ne puis ici résumer ce chapitre, le plus important, le plus original du mémoire. En effet, il ne constitue qu'une énumération de chiffres concernant, les uns, la durée de l'action des liquides toxiques, les autres, la concentration de ces liquides.

Disons cependant que cette partie du travail nous paraît bien conduite et semble devoir fournir des documents importants pour la solution définitive des questions mises au concours.

Ici se termine aussi la partie véritablement personnelle du mémoire.

Dans le paragraphe suivant, l'auteur répond à la question :

Quelles sont les matières spéciales aux principales industries qui, en se mélangeant avec les eaux des petites rivières, les rendent incompatibles avec l'existence des poissons ?

Le résumé donné par l'auteur est succinct et cependant complet ; la plupart des industries y sont passées en revue. Ainsi que la question l'exige, l'auteur énumère les substances qu'elles déversent dans les cours d'eau ; la plus grande partie d'entre elles ont été expérimentées dans le paragraphe précédent. L'auteur fait remarquer cependant qu'une semblable énumération ne peut avoir qu'une valeur provisoire, les procédés industriels se modifiant incessamment, les produits accessoires s'utilisant de plus en plus ; parfois aussi l'extraction de l'un de ces produits accessoires a pour résultat de substituer à la matière enlevée les réactifs employés, les combinaisons formées par la réaction.

L'auteur passe ensuite à la question :

La recherche et l'indication des moyens pratiques de purifier les eaux à la sortie des fabriques, pour les rendre compatibles avec la vie des poissons, sans compromettre l'industrie, en combinant les ressources que peuvent offrir la construction de bassins de décantation, le filtrage, enfin l'emploi des agents chimiques.

L'auteur déclare que, à son avis, la question est trop générale et réclame plus qu'il n'est possible de donner. S'étant livré depuis longtemps à de nombreuses recherches au sujet des poissons, il porte naturellement un très vif intérêt à la pêche, à la pisciculture et à la conservation du poisson ; mais, malgré toutes ces causes de partialité, il ne peut pas, dit-il, se poser en *puritain fanatique de l'eau.* Quelque justifié que soit le désir d'une culture intensive du poisson, on ne peut interdire l'admission dans les eaux de toute substance qui, à un degré quelconque, peut être, directement ou indirectement, nuisible au poisson. Quel que soit l'intérêt que présente la pêche d'eau douce pour l'alimentation de l'homme, il ne peut être mis en parallèle avec l'importance de l'industrie ; si le poisson d'eau douce peut fournir des aliments à quelques milliers d'individus, l'industrie en nourrit bien des millions, et l'on doit être prudent dans la prescription des mesures restrictives. Lorsque la quantité des impuretés est considérable, c'est-à-dire lorsque le cours d'eau est peu volumineux relativement au nombre d'industries qu'il alimente et à la quantité de déjections qu'il reçoit, l'auteur pense qu'on doit renoncer à le purifier suffisamment pour permettre au poisson d'y vivre.

Je suis absolument du même avis que l'auteur; l'étude que j'ai faite des procédés de purification employés, et ils se chiffrent par centaines, prouve qu'il reste dans l'eau purifiée de grandes quantités de sels solubles. La seule dilution dans de grandes masses d'eau permet de réduire la teneur en sels à un minimum compatible avec l'existence des poissons. C'est un thème sur lequel je reviendrai à l'occasion de l'examen du second mémoire. Je veux cependant citer ici quelques faits qui viennent à l'appui de la manière de voir de l'auteur.

La petite ville de Harvick possède accuellement 16,000 âmes; elle renferme des teintureries, des tanneries et huit fabriques de draps; elle est située sur un affluent de la Tweed, le Teviot, dont le débit est de 10 à 15 mètres cubes par seconde. Pour se conformer à l'édit sur la pollution des rivières (*Rivers pollution prevention act*), elle a dû construire des installations dont le prix s'élève à 675,000 francs, et l'exploitation coûte en sus, 10,000 francs par an, décompte fait des produits utilisés comme engrais.

La purification de ses eaux coûte à la ville de Bradford (environ 200,000 habitants), 100,000 francs par an, plus le coût des installations, qui s'est élevé à 1,600,000 francs.

Ce sont là des dépenses considérables qui donnent à réfléchir. Lorsque la santé publique peut être compromise, et c'était le cas pour Bradford, par exemple, nulle hésitation n'est possible, quelle que soit la somme à dépenser; mais il est absolument certain que s'il s'était simplement agi de la conservation du poisson dans le filet d'eau qui arrose la ville, jamais celle-ci ne se fût grevée d'une dépense aussi considérable.

Ceci dit, j'en reviens à l'examen du mémoire. L'auteur donne quelques conseils généraux sur la purification des

eaux; il considère comme tolérable l'admission des chlorures, sulfates et carbonates alcalins et alcalinoterreux, à condition qu'ils se trouvent à un état de dilution suffisant. Les substances suspendues se déposent dans des bassins de décantation; les acides libres doivent être saturés par les bases, les matières putrides, filtrées; l'oxydation des matières organiques est favorisée par tous les moyens possibles.

L'auteur parle d'une façon un peu plus spéciale du procédé de purification à la chaux; celle-ci fixe l'acide carbonique, transforme les bicarbonates en carbonates insolubles, précipite beaucoup de matières organiques, y compris les bactéries; mais le liquide clarifié, abandonné à l'air, absorbe de l'anhydride carbonique et ne tarde pas à précipiter de nouveau; en même temps, l'alcalinité diminuant, les bactéries reparaissent et provoquent la fermentation putride des substances azotées en solution, car on sait, d'autre part, que le traitement par la chaux a pour effet de dissoudre une partie des substances azotées en suspension et, par conséquent, d'augmenter la quantité d'azote soluble de l'eau purifiée. Ce n'est qu'après que les bactéries ont achevé leur œuvre, que l'eau perd ses propriétés délétères, et l'oxydation du liquide favorise le processus. C'est une action analogue qui se passe lorsqu'on étend les eaux d'égouts sur de grandes surfaces à fertiliser; la porosité du sol, favorable à l'oxydation, son contenu en microorganismes, de même que les bactéries contenues dans les déjections, ont rapidement transformé les matières azotées en ammoniaque, nitrites, nitrates.

Les procédés chimiques de purification, bien qu'ils soient légion, ne mettent en œuvre qu'un très petit nombre de substances : chaux, alun, sels de fer, chlorure

manganeux, sels magnésiques, acide silicique soluble, etc., et comme nous voyons que plusieure de ces matières sont toxiques pour les poissons, on doit donc en précipiter l'excédent avant de permettre l'accès de la rivière aux eaux qui les renferment. En général, on peut conseiller la purification par les sels de fer, de manganèse et d'alumine, et la précipitation de l'excès par la chaux; toutefois, comme l'eau reste saturée de cette dernière base, il est indispensable de lui faire parcourir un assez long espace à l'air libre, avant de la rejeter dans la rivière; de cette façon, la chaux se carbonate et se précipite pendant le trajet.

Pour ce qui concerne les appareils à employer, l'auteur ne préconise pas de système; il renvoie à l'ouvrage tout récent de König (1), rédigé en réponse à une question très analogue à celle de l'Académie de Belgique, et pour la solution de laquelle le roi Albert de Saxe avait institué un prix. L'ouvrage de König renferme, en effet, les documents les plus complets sur les procédés chimiques et les appareils en usage dans tous les pays de l'Europe; malheureusement, König est obligé d'avouer que, dans la plupart des cas, les procédés *pratiques* de purification sont encore à trouver. Nous reviendrons plus longuement sur ce sujet dans l'examen du second mémoire.

En résumé, le travail portant pour épigraphe: « *Trutta* », présente une très réelle valeur; il est parfaitement ordonné et clairement rédigé; les phénomènes y sont interprétés d'une façon tout à fait scientifique, tant ceux du domaine chimique que ceux du domaine biologique; le nombre d'expériences originales qu'il renferme est relativement

---

(1) *Die Verunreinigung der Gewässer*, etc. Berlin, 1887.

considérable et ces expériences, faites avec soin, apportent une contribution importante à nos connaissances relatives aux conditions de vie des poissons.

Répond-il complètement à la question posée par l'Académie? Nous devons convenir que non; une partie importante du problème reste sans solution; l'auteur ne fournit pas de *procédé pratique* pour l'épuration des eaux. Je me hâte d'ajouter que je ne puis lui en faire un grand crime; mais avant de discuter ce point, il est indispensable que je passe à l'examen du second mémoire. Celui-ci porte pour épigraphe : *Travail et Persévérance;* il est rédigé en langue française.

L'auteur fait le tableau de ce qu'étaient autrefois nos cours d'eau et de ce qu'ils sont devenus depuis le développement de l'industrie, ce monstre de fer, comme l'appelle le mémoire. Les différentes industries déversent dans les cours d'eau : 1° des matières solides inertes; 2° des matières solides et liquides vénéneuses; 3° des liquides chargés de matières organiques fermentescibles. Il faut joindre à ces impuretés les eaux d'égouts des villes. Suivant l'auteur, les matières fécales déversées dans les cours d'eau par les 3 millions d'habitants urbains de la Belgique s'élèveraient, par an, à la quantité énorme de 1,204,500,000 kilogrammes. Nous devons faire remarquer, en passant, que ce chiffre est fortement exagéré. L'auteur, dans son calcul, se base sur les données de Liebig, fixant la moyenne journalière des déjections à 1100 grammes; mais il oublie qu'il s'agit ici des évacuations totales, et que celles-ci contiennent une énorme quantité d'eau; l'urine ne laisse que 4 °/₀ à l'évaporation et les autres matières fécales contiennent 75 °/₀ d'eau. En prenant pour base les données de F. Heiden, ou bien celles de Lehmann et Wolf, qui ont calculé très

exactement les déjections pour les hommes, les femmes et les enfants des deux sexes, on arriverait pour 3 millions d'habitants au chiffre de 25 à 30 millions de kilogrammes. Certes, ce chiffre fournit déjà matière à réflexion, d'autant plus que les déchets de l'industrie, si considérables dans notre pays, en sont exclus, mais ils sont cependant 40 à 50 fois moins élevés que ceux de l'auteur.

L'auteur fait connaître le mécanisme de la respiration des poissons, et attribue, en grande partie, le dépeuplement des rivières à la désoxygénation de l'eau. Il cite les expériences faites sur ce sujet par MM. Bourdet et Girardin; enfin, il attire aussi l'attention sur l'importance que possèdent la faune et la flore des rivières pour la vie des poissons. Ces considérations, on se le rappelle, sont développées également dans le mémoire précédent.

L'auteur fait l'énumération et la description des poissons vivant ou ayant vécu dans nos cours d'eau : truite, carpe, brochet, perche, tanche, brême, barbeau, goujon, ablette, alose, éperlan, flet, saumon, chevaine, lotte, ombre, loche, houting, bouvière, rotengle, gardon, gremille, ide mélanote, chabot, épinoche, vairon, anguille, lamproie. Il passe ensuite en revue les industries qui contaminent nos cours d'eau et donne un tableau des différentes usines que l'on rencontre dans le bassin de nos rivières. Cette statistique nous paraît surtout complète pour la partie flamande du pays. Elle montre le développement incroyable de notre industrie, et, en nous faisant toucher du doigt les innombrables causes de pollution des eaux, en nous montrant l'immensité du mal, elle nous fait songer à la difficulté d'y apporter un remède pratique.

Nous arrivons à la partie la plus importante du mémoire, c'est-à-dire, à la recherche d'un procédé pratique d'épu-

ration des eaux. Comme le dit l'auteur, pour arriver à ce but, bien des recherches ont été vainement faites jusqu'à ce jour, et dans la seule Angleterre, plus de 500 brevets d'épuration des eaux polluées ont été pris, et en partie soumis au crible de l'expérience. L'auteur passe en revue quelques-uns de ces procédés. Il s'occupe longuement du procédé à la chaux, qu'il condamne absolument. Il cite les analyses des eaux de Leicester et de Blackburn, pour constater que la quantité d'azote en combinaison a augmenté après le traitement par la chaux, d'où l'auteur conclut que l'infection des eaux était plus marquée après ce traitement. Ici, nous ne partageons pas l'avis de l'auteur; certes, pour les eaux de Leicester, par exemple, la quantité d'ammoniaque a augmenté, par litre, dans la proportion de 2,083 milligrammes à 2,552 milligrammes; mais l'azote organique a diminué, par contre, comme 0,809 : 0,452; ensuite, le tableau de l'auteur ne cite que les matières en solution, et omet les matières en suspension. Or, pour Leicester, les matières inorganiques en suspension ont été réduites, par la chaux, de 185 milligrammes à 19 milligrammes, et les matières organiques, de 295,8 à 9,4. Pour Blackburn, les résultats sont un peu moins favorables : en prenant la moyenne pour les deux localités, nous voyons que le traitement à la chaux a diminué les matières en suspension de 80 °/₀, le carbone organique en solution de 28 °/₀, l'azote organique en solution, de 44 °/₀, tandis que l'ammoniaque augmentait très légèrement à Blackburn. Certes, on ne peut parler ici d'une purification complète, mais il est indéniable que la chaux avait amélioré considérablement les eaux auxquelles elle avait été ajoutée.

Actuellement, en Allemagne, on en revient, jusqu'à un certain point, au procédé à la chaux additionnée d'autres

substances. Ainsi le procédé Nahnsen-Müller, employé pour l'épuration des eaux des sucreries, emploie la chaux, le sulfate aluminique et la silice soluble (argile désagrégée). L'excellent procédé Rothe-Röckner emploie la chaux et le sulfate magnésique; enfin, différentes usines emploient encore la chaux seule. Ajoutons cependant que, dans ces derniers cas, les eaux sont fortement alcalines et contiennent du sulfure calcique et de l'ammoniaque, et que leur purification est loin d'être aussi complète que dans les cas précédents. En résumé, si le procédé à la chaux *seule* est insuffisant, on ne peut déclarer, comme le fait l'auteur, que l'infection des eaux est plus marquée après le traitement par cette base.

L'auteur cite encore le procédé Sillar ou de l'A. B. C., et le procédé Holden; on peut regretter qu'il ne mentionne pas les deux procédés dont je viens de parler, ainsi que le procédé de Krupp, à Essen (chaux et sulfate de fer ou sulfate d'alumine), analogue au procédé Nahnsen-Müller. Toutefois, nous devons le reconnaître, aucun des procédés connus jusqu'à présent ne fournit de résultats très satisfaisants; ils accomplissent la précipitation des matières en suspension, et l'examen microscopique, ainsi que les cultures sur gélatine, ont montré que les eaux dépurées renfermaient incomparablement moins de microorganismes; c'est quelque chose déjà; mais les eaux ne sont pas privées de matières en solution; même les tentatives de précipitation de l'ammoniaque que l'on a faites à l'aide de l'acide phosphorique et des sels magnésiques ont complètement échoué.

L'auteur attaque le système d'irrigation appliqué aux eaux d'égouts, en se basant surtout sur le danger que présente pour la santé publique l'épandage à l'air libre de

liquides azotés, très riches en microorganismes; il cite l'opinion émise par Pasteur, au sujet du projet d'irrigation par les eaux d'égouts de Paris des terrains domaniaux d'Achères et de Saint-Germain; puis, il passe à l'exposé de son système d'épuration. Celui-ci comprend trois phases bien distinctes :

1° Une précipitation et une décantation préalables au moyen de trois réactifs : sulfate d'alumine, chaux et permanganate potassique, combinés à des doses variables, d'après la densité des eaux;

2° Une filtration à travers une couche de tourbe, préparée d'après un procédé simple et peu coûteux. Cette tourbe saturée peut être revivifiée et acquiert ainsi une durée infinie;

3° Une purification subséquente à travers un lit de fer spongieux, obtenu suivant un procédé sommaire et économique.

L'eau s'écoule à la rivière par un chenal garni de débris de pierres calcaires. Au sortir des bassins de précipitation, les eaux, déjà très claires, passent à travers le filtre de tourbe. (Je cite les paroles de l'auteur.) Une première élimination des matières en dissolution a lieu; enfin, en passant à travers l'éponge de fer, elles perdent les matières organiques qu'elles tiennent encore en solution. Ainsi purifiées, elles ne renferment plus qu'un peu d'oxyde de fer qu'elles abandonnent au contact des débris calcaires du chenal qui les conduit à la rivière.

La quantité de réactifs à employer dans les bassins est de 120 grammes par mètre cube d'eau d'égouts. Le filtre de fer est obtenu au moyen de tournure de fer, mêlée à un corps soluble que l'auteur ne nomme pas, et additionnée *proportionnellement* de permanganate potassique. Ces

substances, mélangées à la pelle, sont arrosées pendant plusieurs jours d'eau acidulée de $^1/_{20}$ d'acide nitrique, afin d'oxyder le fer et de l'agglomérer; on lave ensuite à l'eau tiède. Le corps soluble est enlevé et peut être retiré par évaporation; on obtient ainsi, suivant l'auteur, une éponge de fer d'une durée indéfinie.

La tourbe employée à la préparation du second filtre est soumise dans des bassins à un courant d'eau tiède qui la désagrège, la lave et lui enlève la coloration brune qu'elle donnerait sans cela aux eaux; elle est alors pressée, triée pour enlever les impuretés, bois, racines, etc., et replacée dans un bain contenant une solution aluminée (est-ce le sulfate d'alumine?) ; elle est ensuite séchée sur la tablette d'un four en maçonnerie. La durée de ce filtre dépend essentiellement des eaux à épurer; toutefois, lorsqu'il est saturé, on peut le laver et le traiter à nouveau.

Enfin, le prix de cette épuration serait de 2 $^1/_{10}$ centimes le mètre cube pour les eaux de teinture, de rouissage et les eaux chargées, et de 1 $^6/_{10}$ centime pour les eaux d'égouts, soit en moyenne 1 $^{85}/_{100}$ centime.

Je passe sur la description des appareils pour m'occuper des objections qui se présentent à la lecture de l'exposé qui précède, et elles sont nombreuses.

1° Précipitation par la chaux, le sulfate aluminique et le permanganate. C'est le procédé Nahnsen-Müller, avec la différence que ce dernier n'emploie pas de permanganate, mais ajoute de la silice soluble (silicate désagrégé, déchet de la fabrication de l'alun), qui produit une précipitation rapide par suite de la formation d'un silicate de calcium et d'aluminium. Quel est le but de l'emploi du permanganate dans le procédé de l'auteur? Évidemment d'oxyder les matières organiques en solution. Or, il est de

toute évidence que les quantités de ce réactif, nécessaires pour produire l'oxydation recherchée, doivent être considérables. Suivant l'auteur, 120 grammes de mélange suffisent pour 1 mètre cube d'eau d'égouts : c'est là une affirmation que nous ne pouvons admettre. La commission instituée en Allemagne, par le Ministre du Commerce et de l'Agriculture, pour l'examen des différents procédés de purification des eaux des sucreries (1884-85), donne comme quantité à employer (moyenne de quatre sucreries), du mélange Nahnsen-Müller 270 grammes, et nous avons vu que ce mélange, à cause de la silice qu'il renferme, est un meilleur précipitant que celui de l'auteur. De plus, il s'agit ici d'eaux de sucreries, qui sont moins chargées que les eaux d'égouts. En effet, les moyennes que j'ai établies d'après les nombreuses analyses de Teuckert, König, Demel, etc., donnent comme résidu d'un litre d'eau de sucreries, 2 à 3 grammes. Les eaux d'égouts, au contraire, donnent, d'après les analyses de Grandeau, 6 grammes de résidu par litre; parfois, suivant Heiden, jusqu'à 9 grammes, parfois aussi notablement moins, car on conçoit que le chiffre doive varier suivant les quantités d'eau qui lavent les latrines ou les égouts; mais, en tous cas, il est beaucoup supérieur à celui que fournit le résidu des eaux de sucreries. Il en est de même des eaux de rouissages qui, d'après les analyses de Fausto Sestini, renferment $6^{gr},14$ par litre de matières en solution. Nous pouvons donc dire que la quantité de 270 grammes de réactif Nahnsen-Müller devrait être doublée, au minimum, pour les eaux d'égouts, parfois même triplée. Nous sommes très loin déjà des 120 grammes de l'auteur. Pour ce qui concerne le permanganate, la différence est encore bien plus considérable. Ainsi, les eaux d'égouts de Dortmund, Ottensee, Essen,

Kronenberg, Halle, décolorent en moyenne 480 grammes de permanganate potassique par mètre cube, et encore s'agit-il ici d'une oxydation analytique en solution acide. En solution alcaline, comme c'est le cas dans le procédé de l'auteur, la quantité de permanganate employée doit être presque doublée, par suite de la formation de sels de l'acide $H^4Mn^4O^{10}$, qui entraînent une notable partie de l'oxygène; mais en nous tenant même au chiffre de 480 grammes, nous arrivons à employer, par mètre cube, une valeur d'environ 50 centimes en permanganate. L'auteur déclarant que toute la purification ne coûte en moyenne que 1 $^{85}/_{100}$ centime, nous devons admettre qu'il n'emploie qu'une quantité infinitésimale de permanganate, et alors nous ne comprenons pas l'emploi de ce réactif;

2° Filtration à travers la tourbe aluminée. L'emploi du sulfate aluminique ne s'explique guère ici. S'agit-il d'obtenir une nouvelle précipitation dans les mailles du filtre? En ce cas, ce dernier ne doit pas tarder à être obstrué. La préparation et le renouvellement de ce filtre doivent, en tous cas, devenir très onéreux. L'auteur ne nous fait pas connaître les avantages qu'il présente sur les filtres de coke, tels qu'ils existent à Bradford, par exemple, où l'on emploie comme combustible le coke ayant déjà servi, ou bien sur les filtres de sable, employés à Anvers;

3° Filtration à travers la tournure de fer. L'auteur prépare son filtre en faisant à la pelle un mélange de tournure de fer, de permanganate potassique et d'une troisième substance qu'il ne nomme pas; on arrose avec de l'acide nitrique très dilué, pour favoriser l'oxydation et l'agglomération du fer, puis on lave; la substance soluble peut être récupérée par l'évaporation des eaux de lavage.

Quelle est la substance soluble qui sert à agglomérer? Ce ne peut être une matière organique; son emploi ne se justifierait pas en présence du permanganate. Enfin, quelle est ici l'utilité du permanganate? J'ai pu constater par quelques essais de laboratoire, et cela ne surprendra personne, que le fer peut s'agglomérer en filtre, par simple arrosage avec un acide dilué; le filtre arrosé d'acide nitrique très dilué était même plus oxydé que le filtre au permanganate.

Quant à l'emploi du fer, il est justifié en principe; on sait, en effet, que ce métal réduit les sels ammoniques; mais, pour que cette réduction ait lieu, il faut un contact assez prolongé ou une violente agitation de l'eau avec la tournure de fer, comme cela est réalisé dans l'épuration des eaux d'Anvers. L'auteur du mémoire se borne à une filtration rapide à travers une couche de fer d'une épaisseur de 40 centimètres, de 50 centimètres ou de 1 mètre (mesures prises sur les plans annexés). Je suis persuadé, pour ma part, que le contact n'est pas suffisant et que l'eau ainsi filtrée doit encore renfermer une bonne partie des sels ammoniques qu'elle contenait d'abord.

L'auteur termine son mémoire en transcrivant la loi anglaise de 1876 sur la pollution des rivières. Je dois faire remarquer que cette loi, abolie depuis 1886, est remplacée par un édit qui divise les cours d'eau en deux catégories : ceux qui servent aux besoins des villes et ceux qui ne sont pas dans ce cas. Les prohibitions sont différentes, selon qu'elles s'appliquent à l'une ou à l'autre des deux catégories, plus sévères dans le premier cas, plus tolérantes dans le second.

En résumé, le projet de purification donné par l'auteur ne peut être accepté qu'avec grande défiance. Il n'est pas

décrit en entier ; mais ce que nous en savons suffit pour nous montrer qu'il est l'un des plus compliqués de ceux qui ont vu le jour jusqu'à présent. Le procédé employé à Anvers pour la purification des eaux de la Nèthe est certes bien supérieur de toutes les façons. Ce procédé, qui fournit de l'eau potable, est le suivant : l'eau est décantée, après une demie-journée de repos, environ, puis elle est agitée avec du fer dans des turbines, d'où elle tombe en cascade, pour être filtrée à travers du sable; quant au coût de l'opération, il est minime, et d'après les renseignements qui me sont transmis, le prix du mètre cube d'eau purifié revient à $^4/_{10}$ de centime seulement, et l'on espère le réduire notablement encore par l'interposition de deux bassins de décantation, en deça des filtres. Certes, il y a lieu de tenir compte du fait que les eaux à purifier, quoique très impures, sont loin d'être aussi chargées que les eaux d'égouts, ou celles qui proviennent des diverses industries (1); mais le prix de revient est aussi 4 $^1/_2$ fois moindre ; on voit qu'il y a de la marge.

Une dernière objection, et c'est la plus grave : l'auteur ne nous fournit pas une seule analyse de ses eaux purifiées, de sorte qu'il nous est impossible de juger de la valeur du procédé; il ne peut ignorer, cependant, que des analyses, par milliers, ont été faites en Angleterre et en Allemagne, et que celles-ci sont considérées *comme préalables à tout jugement porté sur un système quelconque.* Quelle est la teneur des eaux traitées en sels alcalins et

---

(1) A la marée montante, la Nèthe reçoit par refoulement les eaux du Rupel chargées des produits déversés par les égouts de Bruxelles.

spécialement en sels ammoniques, après un simple passage à travers un filtre fort peu épais de tournure de fer? Quel est leur contenu en matières organiques et enfin en composés calciques? Ce sont là autant de questions auxquelles l'auteur n'a pas répondu et dont la solution est cependant indispensable.

En résumé, je rends justice aux efforts de l'auteur dont je viens de parler; je me rends compte de la somme de travail qu'a dû lui coûter son mémoire; celui-ci a tout au moins le mérite d'appeler l'attention sur une question importante à différents titres, et je pense qu'il y a lieu de seconder les efforts des personnes qui se préoccupent de l'assainissement de nos rivières. A ce titre, je propose d'accorder à l'auteur une médaille d'argent, de la valeur de *cinq cents francs*, comme encouragement. A mon grand regret, je ne puis proposer l'impression du mémoire: une grande partie de l'intérêt qu'il présente réside dans le mode de purification indiqué, et ce mode, fût-il même bon, ce qu'il est impossible de savoir d'après les données de l'auteur, est loin d'être pratique et restera toujours relativement coûteux.

Il est bien entendu qu'en accordant cette récompense, l'Académie ne donne nullement son approbation au procédé en question, sur lequel je tiens à faire une dernière fois toutes mes réserves.

Quant au mémoire *Trutta*, ainsi que je l'ai dit plus haut, il ne répond qu'à une partie de la question; il ne donne pas de procédé pratique d'épuration des eaux; mais, à mon avis, l'auteur mérite toute indulgence sous ce rapport. La question de la purification des eaux est très complexe; il est possible que l'on trouve des moyens pratiques pour dépurer les différentes eaux polluées; il est

peu probable que l'on en découvre un seul, applicable à toutes les eaux et à toutes les industries; les procédés devront varier avec la nature des produits dont on veut se débarrasser. Après avoir passé en revue tous les systèmes employés, König est obligé de reconnaître que les moyens *pratiques* de purification font défaut dans la plupart des cas.

Ceci dit, j'ai constaté déjà que le mémoire *Trutta* possédait une réelle valeur, qu'il renfermait de nombreuses recherches originales, qu'il était judicieusement rédigé, d'un style clair et scientifique, enfin, qu'il apportait une contribution importante à nos connaissances relatives à la physiologie des poissons.

J'estime que l'Académie ne peut accorder la totalité du prix à une réponse incomplète, mais j'ai l'honneur de lui proposer d'imprimer le mémoire dans l'un de ses recueils, et de décerner à son auteur une médaille d'or de la valeur de *mille francs.* »

—

Rapport de M. de Selys Longchamps, deuxième commissaire.

I. — Sur le mémoire intitulé « Trutta ».

« Le rapport si détaillé de mon honorable confrère M. Gilkinet fait très bien connaître le plan du Mémoire « *Trutta* » et les patientes et consciencieuses études biologiques et chimiques auxquelles l'auteur s'est livré pour élucider une grande partie du programme de concours. Je me rallie donc à ses appréciations générales, me bornant à présenter des observations secondaires et à lui demander de modifier partiellement ses conclusions.

Il ne peut, dit-il, proposer de décerner à l'auteur de *Trutta* l'entièreté du prix offert, parce que l'indication d'un procédé pratique de purification y manque, et que, selon lui, il est peu probable qu'on en découvre un seul applicable *à toutes les eaux* et *à toutes les industries.*

Je suis entièrement de l'avis de mon éminent confrère, car un tel procédé serait une panacée universelle à laquelle n'a pu songer le promoteur du prix.

En effet, les eaux des rivières sont de nature diverse ; elles diffèrent les unes des autres dans leurs propriétés comme dans le genre d'altération qu'elles subissent par les usines, selon qu'il s'agit de produits organiques (végétaux, animaux) ou bien inorganiques (minéraux). De sorte que les procédés de purification doivent évidemment varier d'après chaque cas particulier.

Mais ces difficultés ne doivent pas nous arrêter dans les efforts qu'il faut tenter pour arriver à éliminer les déjections qui les corrompent. Il n'est pas question, d'ailleurs, de prétendre purifier l'eau de la rivière même, mais bien les résidus des usines *avant leur déversement* dans le cours d'eau.

Les principes qui devraient prévaloir sont, à mon avis, les suivants:

1° La purification, comme je viens de l'expliquer, à la sortie immédiate de l'usine — et si cette purification est impossible à réaliser complètement, l'amendement des déjections *dans la mesure du possible*, tout au moins par des bassins de décantation bien construits, suffisamment vastes et soumis à une surveillance *sérieuse* d'agents spéciaux.

2° L'établissement de toute nouvelle usine rentrant dans la catégorie de celles qui déversent leurs déjections

aux ruisseaux ou rivières, soumis à une enquête préalable par les Commissions centrales de salubrité, d'hygiène et de médecine publique, et non par les Commissions locales (lorsqu'il en existe), celles-ci ne pouvant pas diriger de telles investigations avec une liberté et une indépendance nécessaires. Les enquêtes *de commodo et incommodo*, telles qu'elles se pratiquent maintenant en pareilles circonstances, sont souvent illusoires. Elles peuvent être paralysées par des influences locales ou personnelles, et les habitants, le plus souvent, ne se rendent pas bien compte des effets que ces usines projetées auront sur le cours d'eau dont ils avaient la jouissance immémoriale pour les usages domestiques, le lavage du linge, l'abreuvement des bestiaux, les irrigations, etc.

Lorsque des meuniers, par exemple, voient s'établir des usines à vapeur, leur crainte est ordinairement de voir diminuer à leur détriment la quantité d'eau utilisée par leur moulin, mais ils ne se doutent pas *a priori* d'une conséquence plus fâcheuse : la corruption de leur rivière.

3° Il faudrait que, lorsqu'une usine déjà établie vient à être abandonnée, elle ne pût être rétablie plus tard qu'après avoir été de nouveau soumise aux formalités de l'enquête que je viens d'indiquer.

En résumé, l'équité semble exiger qu'on ne puisse, du jour au lendemain, enlever aux riverains les avantages du cours d'eau dont ils jouissent, par la création d'une usine établie par l'un d'entre eux, ou par un étranger pour son bénéfice personnel.

Notons d'ailleurs que si cette *servitude nouvelle* se produit, ses effets nuisibles se font sentir, non seulement dans la localité, mais encore sur le restant du parcours du cours d'eau en aval.

Il y a du reste en jeu un intérêt de premier ordre, qui en ce moment préoccupe de tous côtés les administrations publiques et les hygiénistes: c'est celui de procurer, et à plus forte raison de conserver des eaux salubres aux habitants; intérêt qui s'accorde absolument, d'ailleurs, avec l'utilité subsidiaire du repeuplement des rivières par la pisciculture, utilité reconnue par le Gouvernement, qui tente de la réaliser depuis une dizaine d'années.

Cette question des eaux salubres nécessite souvent des dépenses considérables lorsqu'il s'agit de les amener dans les agglomérations, de sorte qu'il y a de sérieuses réserves à faire lorsque l'auteur de *Trutta*, en se plaçant à un point de vue spécial, compare la valeur de la pêche qui fournit un bénéfice et des aliments à quelques milliers de consommateurs avec celle de l'industrie qui profite à un nombre bien plus considérable d'habitants.

Je ne saurais, du reste, assez le répéter: nous ne demandons que ce qui est réalisable, possible, sans risquer d'arrêter l'industrie. Ce serait une chimère, par exemple, en présence de l'importance des intérêts engagés, que de prétendre exiger aujourd'hui de l'industrie verviétoise la purification des eaux de la Vesdre, qu'elle transforme en égout infect, malsain, et qui restera tel tant que la science n'aura pas perfectionné les procédés de désinfection qu'elle a actuellement à sa disposition.

La difficulté n'est heureusement pas la même pour la plupart de nos industries agricoles, telles, par exemple, que les féculeries, les distilleries, les sucreries, etc., dont les résidus peuvent être purifiés à peu de frais, comme cela se pratique dans plusieurs parties de l'Allemagne, où les usiniers extraient par la purification des eaux industrielles, des matières utiles qui viennent en déduction de la

dépense. Or, pour une grande partie des vastes plaines de la Belgique, entre la Meuse et l'Océan, ce sont ces catégories d'industries qui font obstacle à ce que le Gouvernement puisse y étendre les avantages de la pisciculture, qui se trouve forcément restreinte jusqu'ici aux cours d'eau de la rive droite de la Meuse et d'une partie de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

II. — Sur le mémoire intitulé : *Travail et Persévérance.*

Le plan de ce mémoire me parait très satisfaisant et répondre aux différents articles du programme de concours. Les réponses sont-elles toutes également satisfaisantes ? C'est une autre question, sur laquelle il y a lieu de se prononcer chemin faisant, en examinant chacune des parties du travail.

L'auteur débute en établissant une comparaison entre ce qu'étaient, il n'y a pas longtemps encore, la majeure partie de nos cours d'eau, et leur transformation actuelle en égouts souvent pestilentiels. Si l'auteur, comme je serais heureux de le voir, juge à propos de publier son mémoire, je lui conseillerais de modifier certaines parties de cet avant-propos, tout en maintenant le fond de l'exposé, puisque c'est la vérité, quelque peu gaie qu'elle soit.

Il détaille ensuite les causes diverses de la pollution des eaux, qui fait périr les poissons en même temps que les mollusques, les insectes et les végétaux nécessaires à leur nourriture ; puis les dangers que cet empoisonnement fait courir à la santé publique. Il critique aussi avec raison la manière dont on procède au curage des ruisseaux et des petites rivières.

Après cela, l'auteur tente de donner la description des différentes espèces de poissons vivant ou ayant vécu dans nos cours d'eau. Ce chapitre est très faiblement traité, non seulement parce que la liste de nos poissons y est assez incomplète, mais surtout parce que les descriptions reposent en général sur des caractères insignifiants et nullement capables de faire reconnaître les espèces qui y sont décrites, de sorte qu'il me paraît qu'elle n'émane pas d'une personne ayant étudié elle-même ces animaux. Dans ces conditions, une simple liste des poissons par rivières principales eût mieux répondu à ce que demandait le programme.

Dix-sept pages du manuscrit sont ensuite consacrées à faire connaître les diverses industries dont les déjections rendent ou peuvent rendre les cours d'eau stériles ou insalubres. Ce chapitre est utile à consulter, de même que le suivant, où l'auteur entreprend l'énumération des établissements qui contaminent nos eaux. Il procède géographiquement en les recensant successivement selon nos bassins hydrographiques et leurs affluents.

Cette statistique très détaillée, que l'auteur a probablement puisée dans des documents officiels, indique, dit-on, quelques établissements qui ont cessé d'exister. D'autre part, j'ai constaté que, pour deux rivières qui me sont mieux connues que les autres, elle n'était pas complète. Quoi qu'il en soit, elle est utile à avoir sous les yeux et pourrait être facilement rectifiée.

Il est bon de faire remarquer que, fort heureusement, tous les établissements mentionnés ne sont pas nuisibles au même degré et qu'un certain nombre d'entre eux se montrent compatibles avec l'existence du poisson et avec l'emploi des eaux pour les usages domestiques. Tels sont,

pour ne citer qu'un exemple, les tanneries du Bocq, de l'Amblève, etc., où les salmones, très susceptibles de souffrir de la contamination, continuent à exister.

Dans les pages 73 à 81, l'auteur fait connaître les différentes méthodes proposées ou pratiquées pour la purification des eaux. Les dix pages suivantes exposent son propre système et sont accompagnées de plans pour l'élucider.

Ici, Messieurs, je suis obligé de me récuser à cause de mon incompétence et de m'en référer à l'opinion émise par mon éminent confrère dans son lumineux rapport qui rend justice, dit-il, aux efforts de l'auteur et apprécie la somme de travail qu'a dû lui coûter son mémoire, mais ne peut, à son grand regret, lui accorder le prix, tout l'intérêt qu'il présente résidant, selon lui, dans le mode de purification indiqué; et celui-ci fût-il même convenable, ce qu'il est impossible de savoir, est loin d'être pratique et restera toujours coûteux. Il considérerait, conclut-il, comme dangereux que l'Académie parût donner son approbation à un procédé d'une valeur douteuse.

Je regrette pour mon compte que cette expérimentation ne se fasse pas. Quant à la dépense, il est possible que les progrès de la science en diminuent l'importance.

En terminant, l'auteur du mémoire nous donne comme annexe la traduction de la partie la plus importante des actes du Parlement britannique relatifs aux mesures prises pour s'opposer à la corruption des eaux.

Il est bon, en effet, que nos compatriotes sachent qu'en Angleterre, où l'industrie est encore plus développée que chez nous, on n'hésite pas à prendre des mesures sérieuses et efficaces, capables d'élever une digue contre l'empoisonnement des cours d'eau.

En Belgique, au contraire, on élude même les prescrip-

tions, d'ailleurs insuffisantes, qui sont édictées dans la loi sur les cours d'eau, dans celle sur la pêche et dans le Code rural.

Notre premier commissaire a examiné un troisième travail écrit en allemand (comme *Trutta*) dont il a pensé qu'il fallait faire abstraction, parce que cette réponse au programme, qui n'occupe que deux pages, se borne à donner quelques conseils anodins, tels que de purifier les eaux avec du gravier et du sable et de recueillir les eaux industrielles dans de grands bassins avant de les déverser dans la rivière.

Il va sans dire que je me rallie à l'opinion de l'honorable M. Gilkinet; mais il m'est impossible de ne pas faire cette réflexion mélancolique que nous serions déjà bien heureux si les industriels établissaient partout et faisaient fonctionner régulièrement les grands bassins de décantation conseillés par l'auteur dont je viens de signaler l'opuscule.

III. — *Conclusions.*

Après avoir médité le rapport de notre premier commissaire sur le grand mémoire en allemand intitulé *Trutta*, je me rallie à son opinion de proposer à l'Académie d'en décider l'impression et de décerner à son auteur *une médaille d'or de la valeur de mille francs.* Il est formellement entendu qu'il sera publié *en français* dans les *Mémoires* in-8° de l'Académie, le texte allemand ne présentant pas pour la Belgique l'utilité pratique que le promoteur du prix a eue uniquement en vue.

Je me rallie également à l'avis de M. Gilkinet qui propose d'allouer *une médaille d'argent de la valeur de cinq cents francs* à l'auteur du mémoire *Travail et Persévé-*

rance, encouragement que j'eusse même été porté à accentuer davantage, attendu que cet auteur (probablement un Belge) a fourni des documents statistiques et des renseignements locaux, tandis que celui de *Trutta*, qui paraît ne pas connaître la Belgique ni ses industries de manière à pouvoir entrer dans les détails de ces questions rentrant dans ce que réclamait le programme, n'en a rien dit et semble n'avoir visé que ce qu'il a vu et étudié en Allemagne. »

Rapport de M. P.-J. Van Beneden, troisième commissaire.

« Les deux premiers mémoires soumis à notre examen ont, l'un et l'autre, une valeur réelle, mais, comme les auteurs doivent avant tout s'occuper de recherches sur la qualité des eaux polluées et la manière de les rendre propres à la vie des poissons et à l'alimentation publique sans nuire à l'industrie, j'ai dû attendre l'appréciation de mes honorables confrères avant d'émettre un avis sur leur valeur relative.

Après avoir pris connaissance des rapports de mes collègues, MM. Gilkinet et de Selys Longchamps, je déclare adhérer à leurs conclusions. »

Voir pour les conclusions page 750 ci-après.

ÉLECTIONS.

La Classe procède aux élections pour les places vacantes. Les résultats en seront proclamés en séance publique. (Voir p. 751.)

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Sur les propriétés physiques de la surface de contact d'un solide et d'un liquide; remarques préliminaires, par G. Van der Mensbrugghe, membre de l'Académie.

Dans un travail inséré au tome XXXV (p. 562, 1888) des *Annalen der Physik und Chemie,* de M. G. Wiedemann, mon excellent collègue et ami M. G. Quincke me cite dans les termes suivants:

« Hr. G. Van der Mensbrugghe hat in der Oberfläche fester » Kőrper eine Extensionskraft angenommen, im Gegensatz » zu der Contractionskraft einer Flüssigkeitsoberfläche. » Diese Annahme ist mit der Erfahrung nicht in Ueber- » einstimmung. »

Traduction littérale: « M. G. Van der Mensbrugghe a » admis à la surface des corps solides une force d'exten- » sion, en opposition avec la force contractile d'une » surface liquide. Cette hypothèse n'est pas d'accord avec » l'expérience. »

Cette citation m'a surpris, d'autant plus que jamais, dans aucun de mes écrits, je n'ai exprimé l'idée que m'attribue le savant physicien d'Heidelberg, et qui, au surplus, est en contradiction non seulement avec les faits, mais avec le simple bon sens.

Comme M. Quincke jouit à juste titre d'une grande notoriété, spécialement pour ses recherches relatives aux

phénomènes capillaires, je tiens à mettre en regard de l'assertion qu'il me prête, les propositions que j'ai énoncées réellement :

I. — *La surface de contact d'un solide et d'un liquide qui ne le mouille pas, possède une force contractile.*

II. — *Si un liquide mouille plus ou moins parfaitement un solide, la surface commune aux deux corps est douée d'une force d'extension.*

Aux preuves expérimentales que, dès 1875, j'ai citées à l'appui de cette double proposition, j'espère pouvoir en ajouter prochainement de nouvelles ; à cette occasion je ne manquerai pas de montrer que les expériences de M. Quincke, au lieu de confirmer ses prémisses d'après lesquelles la surface de contact d'un solide et d'un liquide serait toujours douée d'une force contractile, sont, au contraire, parfaitement conformes à ma théorie.

PRÉPARATIFS DE LA SÉANCE PUBLIQUE.

Conformément à l'article 17 du règlement intérieur de la Classe, MM. Crépin et de la Vallée Poussin donnent lecture des discours qu'ils prononceront dans cette séance.

CLASSE DES SCIENCES.

Séance publique du 15 décembre 1888.

M. Crépin, directeur.

M. Liagre, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Alph. Briart, *vice-directeur;* J.-S. Stas, P.-J. Van Beneden, le baron Edm. de Selys Longchamps, G. Dewalque, H. Maus, E. Candèze, F. Donny, Ch. Montigny, Éd. Van Beneden, C. Malaise, F. Folie, Éd. Mailly, J. De Tilly, Ch. Van Bambeke, G. Van der Mensbrugghe, Louis Henry, M. Mourlon, Mansion, J. Delbœuf, *membres;* E. Catalan, Ch. de la Vallée Poussin, *associés;* P. De Heen, C. Lagrange et L. Errera, *correspondants.*

Assistent à la séance :

Classe des lettres : MM. P. De Decker, Ch. Faider, R. Chalon, Alph. Wauters, P. Willems, T.-J. Lamy, P. Henrard, G. Tiberghien, *membres;* Alph. Rivier, *associé.*

Classe des beaux-arts : Alex. Robert, *directeur;* C.-A. Fraikin, Éd. Fétis, le chevalier Léon de Burbure, Ernest Slingeneyer, Joseph Jaquet, Jos. Demannez, G. De Groot, Gustave Biot, le chevalier Edm. Marchal et J. Rousseau, *membres.*

La séance est ouverte à 1 heure et demie.

Les Roses aux prises avec les savants. — Histoire d'une Monographie; discours par F. Crépin, directeur de la Classe.

Messieurs,

Depuis un demi-siècle, les sciences ont pris un développement extraordinaire. La botanique n'a pas échappé à ce merveilleux progrès. Elle n'est plus, comme aux temps passés, une branche de l'histoire naturelle exclusivement consacrée à la dénomination et au classement des plantes. La physiologie, l'anatomie, la morphologie, la géographie botanique et la paléontologie, sont devenues, pour ainsi dire, autant de sciences distinctes.

L'étude du règne végétal abonde aujourd'hui en questions variées dignes de fixer l'attention générale. Parmi ces nombreuses questions, il semble que le choix d'un sujet à traiter en public soit devenu très facile. Malheureusement, il n'en est rien. De nos jours, les savants concentrent tous leurs efforts sur des objets de plus en plus étroitement limités; beaucoup vont même jusqu'à se retrancher dans un seul compartiment scientifique. La division du travail est devenue tellement accentuée que les adeptes d'une même branche constituent entre eux des groupes n'ayant presque plus de rapports les uns avec les autres.

Confiné, à mon tour, dans un très petit département botanique, je me suis vu forcé d'y puiser le sujet de mon discours. Peut-être parviendra-t-il à éveiller votre curiosité, grâce surtout à sa nature: il s'agit de la Rose.

Mais n'espérez pas entendre ici un éloge brillant de la

Reine des fleurs, dont l'histoire a été si glorieuse depuis l'antiquité. La Rose associée aux fêtes des anciens, la Rose chantée par les poètes, ce n'est pas celle que je connais.

Je vous parlerai seulement de la Rose des botanistes, dont l'histoire, aussi chargée de difficultés que sa tige est hérissée d'épines, commence à peine à entrer dans sa période scientifique vers le milieu du XVI^e^ siècle. Malgré les recherches et les travaux d'observateurs qui se comptent par centaines, cette histoire, après plusieurs siècles, n'est pas encore complètement achevée.

Comment se fait-il que cette fleur soit si difficile à connaître? C'est que la Rose ne se compose pas, ainsi qu'on le pense généralement, d'une seule et unique espèce avec d'innombrables variations. C'est un groupe générique, tel que le genre Chêne ou le genre Saule, constitué d'un nombre assez considérable de types spécifiques, d'espèces ayant chacune son mode de végétation, ses caractères particuliers, son aire de distribution et son cortége de variétés. En raison de leur nature, les formes de ce genre présentent de grandes difficultés, qui touchent aux questions les plus délicates et les plus controversées de la classification et, par conséquent, à la question si débattue de l'espèce.

Dans le domaine physique, comme dans le domaine de la pensée, l'homme, sans cesse préoccupé de la distinction des faits et des phénomènes, cherche à les classer d'après une méthode scientifique, c'est-à-dire naturelle. L'appréciation des phénomènes et des faits varie en raison du savoir et de l'expérience de l'observateur; de là, cette grande diversité d'opinions que nous voyons régner sur toutes les choses soumises à notre examen.

Le naturaliste, et plus spécialement le classificateur, doit, avant d'échafauder un système, étudier avec le plus grand soin les véritables éléments de son œuvre. Ces éléments, matériaux de construction, sont ici ce qu'on appelle les espèces. L'espèce, l'unité fondamentale dans toute classification, qu'est-elle en réalité ? à quels caractères peut-on la reconnaître ? C'est là une question troublante qui obsède sans cesse l'esprit du naturaliste. On peut certes y répondre par l'une ou l'autre définition théorique, mais, dans la pratique, cette définition est vaine et sans valeur comme critérium. L'espèce, ou du moins l'association d'individus désignée sous ce nom, ne peut être, dans chaque groupe générique, reconnue que par une étude approfondie, dirigée avec une extrême sagacité.

*
* *

Dans l'antiquité, la botanique, de même que les autres branches des sciences naturelles, consistait en connaissances vagues et tout à fait empiriques ; les anciens se bornaient à étudier les végétaux au seul point de vue de l'utilité. La véritable distinction scientifique des espèces, comme la constitution des genres, ne les avait aucunement préoccupés. Pour eux, le genre Rose n'était qu'une incohérente association de plantes détachées de plusieurs familles, possédant seulement, en commun, une fleur en forme de rosace.

Il serait vraiment curieux de découvrir quelle Rose attira l'attention des premiers peuples civilisés dans la partie occidentale de l'ancien monde. Les documents les plus antiques se rapportant à la Rose ne permettent pas

de faire une attribution spécifique; il faut arriver aux Grecs et aux Romains pour renconter, sur le sujet, des notions un peu moins vagues. Au surplus, leurs auteurs ne parlent guère que des variétés cultivées, passant à peu près sous silence les espèces sauvages, autrement dites les Églantiers.

Les Grecs et les Romains avaient-ils trouvé chez eux la souche des Roses de leurs jardins ? Celles-ci étaient-elles, au contraire, de provenance étrangère ? Tout doit nous faire supposer que cette souche fut l'espèce sauvage désignée aujourd'hui sous le nom de Rose de France ou de Provins. Cette dernière croît naturellement et souvent en abondance sur une grande étendue de l'Europe, notamment en Italie et en Grèce, et, vers l'Orient, elle s'avance jusqu'au pied méridional du Caucase.

Arbuste ou arbrisseau peu élevé, d'une transplantation facile, au feuillage élégant, à la corolle grande, incarnate ou pourprée, la Rose de France a dû, de très bonne heure, provoquer l'admiration de l'homme et lui inspirer le désir de la cultiver autour de sa demeure. De simple qu'elle était dans les champs, cette Rose ne tarda pas à voir sa fleur se doubler par la multiplication des pétales ; le temps lui fit produire peu à peu des variétés, parmi lesquelles se trouva, probablement, la Cent-feuilles. Il est vraisemblable que les Romains eurent recours aux semis pour peupler leurs vastes cultures et que, parmi ces semis, ils obtinrent les deux hybrides connus plus tard sous les noms de Rose de Damas et de Rose blanche. Celles-ci devinrent sans doute bientôt les rivales de la Rose de France.

Les descriptions des anciens ne nous autorisent guère à identifier leurs variétés cultivées; toutefois, nous sommes porté à croire que sous les noms de Roses de Prénestre, de

Pæstum, de Campanie, de Milet, d'Héraclée et d'Alabande, les Grecs et les Romains avaient eu en vue les espèces citées précédemment, auxquelles il faut peut-être joindre la Rose musquée qu'ils avaient importée de l'Orient.

Sous les empereurs, Rome fit une consommation prodigieuse de Roses, qu'elle tirait en été de ses campagnes et, pendant l'hiver, des plaines de l'Égypte. Suétone rapporte que pour une fête donnée par Néron les Roses seules avaient coûté quatre millions de sesterces, plus d'un demi million de notre monnaie ! Cette étonnante prodigalité a-t-elle été exagérée ? Nous l'ignorons, mais il n'en reste pas moins vrai que les Roses abondaient dans toutes les fêtes, dans une foule de cérémonies ; les tables et les lits en étaient jonchés ; le luxe allait même jusqu'à en couvrir les rues et les places publiques.

Après la chute de l'empire et pendant tout le moyen âge, la culture de la Rose fut presque partout délaissée ; en dehors du royaume de Grenade, occupé par les Maures, cette fleur ne trouva plus guère un refuge que dans les jardins des monastères. Le goût de sa culture semble avoir reparu vers le XV^{e} siècle.

* * *

La botanique, nous l'avons dit, était tout à fait empirique chez les anciens, qui n'avaient vu, dans les végétaux, que des choses utiles ou agréables, mais dépourvues, pour eux, de tout intérêt scientifique.

Les auteurs qui ont écrit sur les plantes au moyen âge et jusque vers le milieu du XVI^{e} siècle, se sont à peu près bornés à commenter les ouvrages des Grecs et des Latins,

sans rien ajouter d'original à leurs œuvres d'érudits. Ils ne nous apprennent, du reste, que peu de choses sur les Roses.

Il nous faut arriver à l'année 1546 pour trouver, dans l'Histoire des plantes de Tragus, la première mention, du reste encore assez vague, de deux espèces sauvages, la Rose canine et la Rose rouillée.

En 1554, Dodoens, notre illustre compatriote, dans un livre célèbre, qui marque, en quelque sorte, l'aurore de la botanique à l'état de science, décrit, d'une façon assez claire, les Roses blanche, de France, de Damas, la musquée, la canine et la rouillée.

Après Dodoens, ses deux émules, de L'Escluse et de L'Obel, ajoutèrent trois espèces nouvelles à celles du Cruydeboeck, deux originaires d'Europe, une troisième exotique, la Rose jaune.

A la fin du XVI[e] siècle, le genre comptait huit ou neuf espèces connues.

Pendant le siècle suivant, ce nombre fut porté à seize ou dix-sept par l'addition de plusieurs types européens et de deux espèces étrangères, l'une d'Amérique, l'autre de l'Asie Mineure.

Le XVIII[e] siècle était appelé à enrichir le genre de quatorze Roses nouvelles, cinq originaires de la Chine ou du Japon, quatre de l'Amérique du Nord, trois d'Europe et deux de Sibérie.

Au cours de ce siècle, la botanique se développa d'une façon remarquable par les travaux de savants très nombreux. Parmi ceux-ci, brille au premier rang Linné, le célèbre Suédois qui vint renouveler la face des sciences naturelles, en proposant une nouvelle classification et en imposant des lois dont la plupart sont encore respectées.

Par malheur, pour le genre Rose, ce puissant naturaliste, dont le coup d'œil était habituellement si sûr, se méprit tout à fait, dans ce groupe, sur la nature des espèces. L'autorité du maître était telle que son erreur fut acceptée comme une vérité démontrée. Aujourd'hui, cette erreur n'a pas encore entièrement disparu. La marche embarrassée et vacillante du genre Rose, depuis un siècle et demi, est assurément due, en grande partie, à la confusion faite par Linné.

Dans les sciences d'observation, on se laisse trop facilement influencer par une réputation acquise. Si l'auteur est célèbre, on est porté à considérer les diverses parties de son œuvre comme ayant toutes une égale valeur, comme ayant toutes fait l'objet des mêmes soins, du même travail personnel. C'est là une tendance fâcheuse, surtout quand il s'agit d'apprécier le mérite des travaux descriptifs renfermant un grand nombre d'espèces. Il est rare, il est souvent impossible que tous les types décrits aient été étudiés d'une façon également approfondie, et qu'ils portent bien tous la vraie marque de l'auteur. Quelle que soit la renommée d'un descripteur, gardons-nous d'accepter, sans examen, toutes ses appréciations; évitons de tomber ainsi dans une sorte de fétichisme et rappelons-nous que le génie lui-même ne peut suppléer à l'observation.

Reprenons maintenant notre marche chronologique, en passant au XIX^e siècle. Celui-ci débutait avec un nombre considérable d'espèces de plantes. Ce nombre atteignait environ vingt-cinq mille, alors qu'un demi siècle auparavant Linné en avait à peine décrit huit mille. Actuellement, les seuls végétaux phanérogames s'élèvent au delà de cent mille! Cet énorme accroissement doit être attribué, principalement, aux facilités croissantes des longs voyages;

il est aussi dû, pour une large part, au dévouement de ces botanistes intrépides, qui n'ont reculé devant aucun danger pour explorer les contrées lointaines, mais qui, hélas ! ont trop souvent payé de leur vie ou de leur santé les services rendus à la science.

Le genre Rose a amplement profité de ces heureuses circonstances, puisque son actif a été doublé depuis le commencement du siècle. Il comprend aujourd'hui une soixantaine de types spécifiques.

Le monographe a vu de la sorte son cadre s'élargir, et le genre dessiner plus nettement ses divisions naturelles.

D'autre part, les simples amateurs de floriculture ont trouvé, parmi les nouveaux types découverts, des formes dignes de figurer dans leurs collections. Ils se sont emparés, par exemple, de la Rose Banks, de la Rose à petites feuilles, de la Rose multiflore et de la Rose à fleurs d'Anémone, originaires de la Chine et du Japon, de la Rose rugueuse de Kamtschatka et surtout de la Rose de Chine.

Cette dernière espèce, cultivée aujourd'hui sous toutes les latitudes chaudes et tempérées du globe, est venue révolutionner et métamorphoser complètement nos anciennes collections. Pourvue de la précieuse faculté de fleurir sans interruption durant tout l'été et jusqu'aux approches de l'hiver, elle a donné naissance, par son croisement avec la Rose de France, à ces magnifiques hybrides remontants si recherchés des amateurs. Lors de son importation en Europe, cette merveilleuse Rose était cultivée partout en Chine et au Japon depuis un temps immémorial. Dans l'extrême Orient, elle a joué le même rôle que la Rose de France dans nos contrées occidentales.

Les détails très incomplets que je viens de donner sur

l'histoire des Roses, sont loin de suffire pour vous faire apprécier la place importante occupée par ces plantes dans les livres publiés depuis le XV[e] siècle. Le genre a été traité par des centaines d'auteurs, dont les observations rassemblées formeraient aujourd'hui de gros volumes. En consultant cette longue série d'ouvrages, on suit, en quelque sorte, pas à pas les progrès successifs de la botanique systématique. On est, de plus, témoin de la marche progressive de l'iconographie. En effet, dans les publications anciennes, on voit la Rose représentée par de grossières figures sur bois; plus tard, le bois fit place au métal avec la fine gravure en taille douce; enfin le pinceau vint nous donner le portrait de la Rose dans toute sa beauté. Parmi les peintres de cette fleur ravissante, n'oublions pas de citer notre compatriote Redouté, dont les vélins sont de véritables chefs-d'œuvre de fidélité et d'élégance.

Certaines fleurs ont eu leurs jours de splendeur — telle est, par exemple, la Tulipe —, mais la mode, qui est capricieuse, les a laissées tomber dans l'oubli ou du moins dans l'obscurité. La Rose a eu un meilleur sort; elle a résisté au temps; elle a vu sa gloire naître avec la civilisation, se perpétuer à travers le moyen âge, durant la Renaissance, et briller d'un nouvel éclat avec le XIX[e] siècle. Il est vraisemblable que cette aimable création du règne végétal sera admirée et choyée aussi longtemps qu'il y aura des hommes sensibles à l'élégance des formes et à la délicatesse des parfums.

Les Romains ont fait une consommation effrénée de Roses, mais il est douteux qu'ils les aient cultivées avec l'abondance de nos jours. Les Roses étaient, dans la Rome ancienne, un luxe réservé aux riches, aux puissants;

aujourd'hui, elles sont devenues le luxe de tout le monde. Partout, nous voyons les amateurs s'en composer de magnifiques collections; partout nous en trouvons les jardins remplis et il n'est pas de pauvre habitation qui ne soit entourée de ces rustiques variétés des temps anciens dont la beauté n'a pas été surpassée.

*
* *

L'état actuel de nos connaissances sur la distribution géographique des Roses nous permet de distinguer, pour le genre, plusieurs régions botaniques, chacune caractérisée par la présence de certains types particuliers.

Avant d'examiner ces régions, disons tout d'abord que les Roses croissent à l'état sauvage seulement dans l'hémisphère boréal, et que la limite méridionale du genre ne dépasse l'équateur sur aucun point. En suivant cette limite de l'est à l'ouest, nous la voyons passer dans l'île de Luçon vers le 18°, au Tonkin et dans le royaume de Burma vers le 20°, dans les monts Nilagiri, vers le 11°, en Arabie, vers le 14° et dans les montagnes de l'Abyssinie au voisinage du 12°. De ce dernier point, la limite se porte brusquement au nord en gagnant l'Algérie et le Maroc, où elle passe dans la chaîne de l'Atlas entre le 35° et le 30°, pour atteindre les îles Canaries sous le 28°. De l'autre côté de l'Atlantique, elle traverse la Floride au delà du 26°, se poursuit dans l'Alabama, le Texas, la province de Coahuila, au Mexique, vers le 27°, pour aboutir sur les bords du Pacifique sous le 32°.

Le vaste empire de la Chine, en y ajoutant une partie du Japon, l'île de Formose, le Tonkin et le royaume de

Burma, paraît constituer l'une des régions botaniques du genre. On y compte 19 espèces de Roses, dont 7 lui sont propres.

A l'ouest des hauts plateaux et des montagnes de l'Asie centrale, nous trouvons, dans le domaine de la flore orientale, une deuxième région botanique. Elle comprend entre ses limites l'Afghanistan, le Béloutchistan, la Perse, la Syrie, l'Asie Mineure, le Caucase et une partie du Turkestan. Ses Roses sont au nombre de 18 ou 19, dont 5 lui sont particulières.

L'Europe, à son tour, constitue, peut-être, une troisième région, que d'étroits rapports relient cependant à la région orientale. Elle possède 18 espèces, dont 7 ou 8 lui appartiennent en propre.

Enfin, l'Amérique du Nord est une quatrième région bien caractérisée par 13 ou 14 espèces, dont 12 ou 13 sont exclusivement américaines. Cette dernière région n'est pas toutefois aussi isolée des autres qu'on pourrait le supposer. Ainsi elle nous offre un type qui est largement répandu dans la zone septentrionale de l'Asie et de l'Europe; en outre, plusieurs espèces de sa section des Cinnamomées ont des traits frappants de ressemblance avec certaines Cinnamomées de l'ancien monde.

Cette distribution géographique des Roses eut jadis fait naître la question de savoir si la Chine, l'Orient, l'Europe et l'Amérique n'avaient pas été autant de centres primitifs de création et de dispersion. Aujourd'hui, en présence des enseignements de la paléontologie, est-il encore possible de se baser sur les seuls faits actuels pour déterminer quels ont pu être les centres de création et de dispersion? Si les Roses ne sont pas d'origine moderne, si elles ont possédé des ancêtres au temps tertiaire, dont elles seraient

les descendants directs par voie de génération, c'est à la paléontologie surtout que revient la mission de découvrir la patrie primitive du genre; c'est elle qui pourra, peut-être un jour, nous dire quelles ont été les migrations des Roses durant les temps géologiques et nous indiquer les terres émergées qui, au début de l'époque quaternaire, ont vu les premières associations d'espèces.

Jusqu'à présent, la paléontologie ne nous a révélé que des vestiges très rares de Roses fossiles, mais ils paraissent suffire pour faire remonter l'existence du genre à l'époque tertiaire.

En attendant la solution paléontologique du problème, on peut supposer avec quelque raison que la Chine, l'Orient, l'Europe et l'Amérique ont été, sur l'un ou l'autre de leurs points, les foyers d'une antique distribution des Roses actuelles.

*
* *

L'étude de la paléontologie doit non seulement aider à résoudre les questions de géographie botanique et de géographie zoologique, mais encore nous fournir des documents propres à élucider la question capitale de l'origine des espèces dans le règne organique.

Nos types spécifiques modernes proviennent-ils d'ancêtres absolument identiques, ayant possédé les mêmes caractères? Sont-ils destinés à se perpétuer indéfiniment sans modifications essentielles? ou bien sont-ils les descendants transformés d'espèces disparues, ayant vécu durant les âges antérieurs?

Ce problème, à la solution duquel une foule de savants

se sont appliqués avec la plus grande ardeur et souvent même avec passion, divise depuis longtemps le monde scientifique en deux camps, entre lesquels se sont échangés tous les arguments possibles pour ou contre la théorie de l'évolution. On a vraisemblablement épuisé tout ce que le raisonnement peut fournir sur les faits connus. Il importe, avant de reprendre la discussion, de recueillir de nouveaux faits, observés sans préjugés et avec la plus entière indépendance.

Devons-nous attendre de la paléontologie seule les preuves de l'immutabilité ou de la variabilité des espèces? Ne pouvons-nous pas trouver, dans l'étude approfondie des formes vivantes et dans l'examen attentif des groupes génériques, des faits pouvant servir à résoudre le problème de l'origine des êtres organisés? Une réponse affirmative à cette question ne paraît pas douteuse.

Quelle signification les savants donnent-ils au genre? Le genre est la réunion d'un nombre variable d'unités spécifiques ayant entre elles des liens plus ou moins étroits. Dans nos classifications, il existe des genres véritablement naturels, sur la constitution desquels les naturalistes sont et doivent être d'accord; mais il en est d'autres, fort nombreux, dont les limites varient au gré de l'observateur, selon l'importance que celui-ci attribue aux caractères génériques. Il en est de ces derniers genres comme des types spécifiques douteux, espèces pour les uns, variétés pour les autres; ils doivent être soumis à un examen approfondi pour recevoir un jour leurs véritables limites naturelles.

Dans tous les genres, qu'ils soient naturels ou artificiels, les unités spécifiques, c'est-à-dire les espèces, sont systématiquement classées sur le même rang, les unes à la suite

des autres, toutes estimées à une égale valeur. Cette disposition est-elle naturelle et répond-elle aux faits? Pour ce qui concerne le genre Rose, étudié par nous depuis un très grand nombre d'années, on peut répondre négativement à cette question.

Dans ce groupe générique dont les limites sont rigoureusement tracées et parfaitement naturelles, les espèces, au point de vue du nombre et de l'importance des caractères distinctifs, sont de valeur morphologique très inégale. Ce fait, d'une haute portée scientifique, est-il isolé? est-il limité à ce genre seul? Nous sommes porté à croire, au contraire, qu'il est fréquent et peut-être même général. Cette inégalité spécifique dans le genre Rose n'est pas obtenue par la comparaison de bonnes espèces avec des espèces litigieuses, mais par la comparaison de types linnéens admis par la grande majorité des botanistes.

Le monographe ne doit pas se contenter de constater le fait de l'inégalité spécifique, il doit encore s'efforcer d'en découvrir l'origine et les causes.

En voyant le genre Rose nous montrer, d'un côté, un certain nombre d'espèces fortement caractérisées, constituant chacune une section monotype, et, d'autre part, des groupes d'espèces plus ou moins affines composer des sections pléiotypes, en voyant, chacun des types isolés nous présenter, par l'importance et le nombre de ses caractères, la valeur morphologique de chacun des groupes d'espèces affines, on est tenté de considérer le genre entier comme le fragment d'un arbre généalogique. Certains rameaux seraient restés simples dès l'origine ou auraient perdu leurs ramifications au cours des âges; d'autres se seraient bifurqués ou multipliés en faisceaux de ramifications terminales. Quel que soit leur couronnement, ces divers rameaux paraîtraient avoir une égale valeur entre eux.

Que représente, en réalité, cette association de rameaux au sein du groupe générique? Ne marque-t-elle pas une descendance véritable? Ne sommes-nous pas en face de générations parvenues à des stades, à des âges différents? Nos Roses ne sont-elles pas les descendants directs de quelques ancêtres, d'un seul peut-être, dont elles ont emporté les traits affaiblis ou modifiés? Le genre Rose ne serait-il pas enfin l'une de ces mille ramifications vivantes du gigantesque tronc paléontologique, dont la souche plonge au sein des strates les plus profondes du globe, tandis que sa cime, émergée à l'aurore des temps quaternaires, est seule visible à nos yeux?

Par prudence scientifique, laissons à l'avenir le soin de répondre à ces obscures et délicates questions.

Quelle que soit la solution définitive réservée à ce grave problème, souhaitons que la phytographie, abandonnant la routine, adopte désormais la méthode de distribuer, dans chaque genre, les espèces d'après leur valeur morphologique, de façon à nous représenter fidèlement ce qui existe dans la nature. Cette nouvelle méthode astreindra les descripteurs à se livrer à des recherches approfondies, dignes d'être comparées à celles qui sont faites dans les autres branches de la science.

*
* *

Il ne sera pas superflu, je pense, de vous tracer maintenant le tableau des épreuves auxquelles les Roses ont été soumises. Il me permettra de vous les montrer aux prises avec les savants, et de vous faire voir par quelles phases successives l'histoire d'un genre peut passer avant d'atteindre un certain degré de perfectionnement.

Le genre Rose, nous le savons, s'est trouvé dans une situation exceptionnelle; ses espèces ont été étudiées par une foule d'observateurs; ceux-ci ont émis des opinions très variées et souvent contradictoires. Chose bien curieuse, à ce propos, chaque fois qu'un groupe générique est étudié par un grand nombre de botanistes, il ne tarde pas à subir le sort du genre Rose. Chez ce dernier, la confusion est devenue tellement grande qu'on a été jusqu'à croire que la nature n'avait pas encore achevé son œuvre, que les Roses se trouvaient à l'état de simples ébauches, attendant leurs limites spécifiques.

Que la nature soit encore à l'œuvre dans ce groupe, qu'elle le soit encore dans tous les genres indistinctement, la chose est possible. Il est même permis de penser qu'elle poursuit sa marche, quoique peut-être avec moins d'énergie que par le passé; qu'elle continue à entraîner le monde des êtres organisés vers des transformations et des destinées nouvelles.

Mais tout en admettant cette marche lente et ininterrompue, nous repoussons, comme contraire à la vérité, l'idée que les Roses sont moins spécifiquement distinctes que les espèces de tout autre genre.

Jugeons les Roses dans la nature et non pas dans nos livres, où la confusion est devenue extrême et pour ainsi dire inextricable. Cette confusion n'est certes pas le fait de la nature, mais plutôt le résultat d'une analyse livrée au caprice d'observateurs méticuleux, ou la conséquence d'arrangements systématiques dépourvus d'un contrôle suffisant.

Il y a une trentaine d'années, quand je commençai mes premières études sur les Roses, le genre se trouvait déjà dans un état lamentable. L'arrivée d'une nouvelle école de descripteurs vint rapidement aggraver le mal. Les nova-

teurs, s'imaginant que les anciens types étaient constitués d'associations d'espèces méconnues, multiplièrent les créations spécifiques dans une proportion effrayante. Les gens craintifs considérèrent, dès lors, la phytographie comme une science en voie de se décomposer au même degré que les espèces qu'elle a pour mission de décrire.

Les Roses n'échappèrent point à ce morcellement, que l'on peut qualifier d'insensé, et nos livres se sont bientôt trouvés remplis d'espèces nouvelles se comptant par centaines et même par milliers!

Je m'étais imposé la tâche de débarrasser le genre du monstrueux bagage qui l'encombre, de dégager ses vrais types spécifiques et de les mettre en lumière. J'étais loin de soupçonner que cette tâche m'entraînerait dans des recherches qui ne sont pas encore complètement terminées après un quart de siècle d'efforts incessants.

On se demande avec surprise comment une soixantaine de Roses aient pu réclamer une telle somme de travail, alors que l'on voit assez souvent un même auteur décrire, en peu d'années, des centaines et même des milliers d'espèces?

A moins de s'étendre en longs détails très fastidieux et de citer de nombreux exemples, il est bien difficile de faire clairement saisir, aux personnes étrangères aux travaux monographiques, l'énorme différence qui existe entre l'étude complète d'une espèce et celle qu'on a l'habitude de faire pour la plupart des ouvrages descriptifs. Les auteurs, pour établir une description, se contentent ordinairement d'un petit nombre de spécimens desséchés; ils passent assez rapidement d'un type à l'autre, sans prendre la peine de résoudre complètement les difficultés. Aussi doit-on considérer beaucoup de travaux rédigés d'après ce

système comme des inventaires provisoires attendant une revision approfondie.

Pour embrasser complètement une espèce dans toutes ses manifestations, il ne suffit pas de lui consacrer quelques instants et de l'étudier sur un nombre restreint d'échantillons; il faut la suivre pas à pas dans toute son aire d'extension, rassembler des matériaux très nombreux, observer avec le plus grand soin l'action des circonstances extérieures sur ses individus, enfin il faut se défier sans cesse des faits exceptionnels et des apparences.

Entreprise dans cet ordre d'idées, l'étude d'un seul type spécifique peut réclamer un temps extrêmement considérable, car chaque espèce devient ainsi l'objet d'une véritable monographie.

C'est la méthode que j'ai adoptée. Si l'on tient compte des difficultés accumulées, on ne sera pas trop étonné de la longue durée de mon travail.

Après trente ans de recherches, après avoir épuisé presque toutes les sources d'informations, je me trouve seulement en mesure de conclure et de démontrer :

Que les espèces, dans le genre Rose, sont de valeur spécifique inégale; qu'elles se distinguent parfaitement les unes des autres; qu'elles présentent, en général, les mêmes séries de variétés et de variations parallèles; qu'elles constituent des sections très naturelles, et qu'enfin le genre n'offre aucunement ce polymorphisme exceptionnel, ce désordre que certains observateurs ont cru y avoir découvert.

Voilà, dira-t-on sans doute, de bien minces résultats pour autant d'efforts et de soins. Ces résultats ou, si l'on veut, ces conséquences gagneront, peut-être, de la valeur par leur application à d'autres groupes génériques, en édifiant les futurs monographes sur la marche à suivre pour

apprécier les espèces à leur valeur réelle. Celles-ci, répétons-le, ne peuvent être bien connues qu'après avoir été étudiées sous tous leurs états et dans toute l'étendue de leur aire de distribution, qu'après avoir été observées pendant un temps suffisamment prolongé.

La nature est un véritable Protée qui déroute à chaque instant nos connaissances en renversant les semblants de vérité que nous croyons lui avoir arrachés. Les êtres organisés, les espèces, sous les masques variés qu'elles doivent aux circonstances, nous dissimulent souvent ce qu'elles possèdent d'essentiel, de général. Durant des années, on s'imagine avoir bien compris un type et l'avoir enserré entre des limites infranchissables, quand, à l'improviste, un fait nouveau ou méconnu vient détruire votre création spécifique, en ébranlant, du même coup, tous les types voisins. Le doute vous envahit et vous vous demandez, avec anxiété, si toute votre expérience, si toute votre science n'est pas vaine, et, plus encore, si vous n'êtes pas dépourvu des conditions indispensables pour bien observer et pour juger sainement les choses de la nature. Quel est le savant qui n'ait jamais passé par ces moments de cruelle incertitude, où la vérité se dérobe subitement, laissant à sa place la confusion ou l'erreur ?

Le monographe, au cours de ses recherches, doit inévitablement s'attendre à commettre des erreurs, mais, s'il est sage, celles-ci pourront lui profiter autant que des vérités nouvelles. Elles le fortifieront en le mettant plus en garde contre les apparences trompeuses.

Pour faire un travail *monographique* qui puisse longtemps résister aux progrès incessants de la science, il ne suffit pas d'être parfaitement outillé, de posséder les matériaux d'étude nécessaires, il faut en outre, et j'insiste

fortement sur ce point, le temps indispensable pour s'assimiler les travaux de ses devanciers et pour livrer, à un contrôle répété, la masse des faits analysés. Le temps est le grand facteur de la perfection de toute œuvre. C'est là une vérité banale, mais que l'on doit incessamment rappeler, surtout aux jeunes savants, qui sont trop souvent portés à publier le résultat de recherches hâtives ou insuffisantes.

N'est-ce pas dans l'application de cette vérité, dont ils avaient compris l'extrême importance, que les naturalistes célèbres ont trouvé la source d'un succès qui leur a fait devancer leur temps par des découvertes brillantes ou par des conceptions originales ?

Creuser le même sujet avec une patience à toute épreuve et sans se préoccuper du temps, y faire converger toutes ses méditations et tout ce qu'on peut acquérir d'expérience, s'acharner au même travail jusqu'au moment où la lumière soit devenue complète, nous paraît plus utile au progrès de la science que de disperser son activité sur des objets variés dont l'étude ne peut être achevée par un seul homme.

A mon tour, j'ai tenté de suivre cette méthode en l'appliquant à l'étude des Roses. Aurai-je réussi dans cette modeste entreprise ? Je n'ai pas la prétention d'avoir fait une découverte, d'avoir même émis une idée nouvelle, mais j'ose espérer que le fruit de mon long travail ne sera pas perdu, que mon exemple engagera les jeunes phytographes à creuser plutôt qu'à étendre leurs recherches et à les faire désormais concourir à la solution du problème qui domine aujourd'hui les sciences naturelles, celui de l'origine des êtres organisés.

— M. Charles de la Vallée Poussin vient prendre place au bureau pour faire la lecture suivante :

La cause générale des mouvements orogéniques.

Les hommes illustres qui ont eu le mérite et le bonheur de révéler des faits d'une grande portée dans le domaine de la nature n'ont pas toujours allégé la tâche de ceux qui devaient poursuivre après eux les conséquences de leurs découvertes. Tout rapport nouveau dégagé des faits de l'observation pose à la raison de nouveaux problèmes, souvent plus embarrassants que les premiers. Dans sa marche, le progrès scientifique fait penser à ces brouillards qui disparaissent tout à coup de la surface de l'océan pour ouvrir aux regards des perspectives lontaines aussi mystérieuses que jamais.

On médit volontiers de la géologie à cause de ses incertitudes. Cependant il est tel chapitre de cette science dont les principes ont la fermeté et la sûreté d'application des sciences les mieux établies. Ainsi, l'explication des formes du terrain, en tant qu'elles dépendent des agents de l'atmosphère et de l'eau courante, est d'une rigueur admirable; comme s'en convaincra tout lecteur du beau et savant livre récemment publié par MM. de la Noë et de Margerie (*a*). Mais il n'est que trop vrai : la géologie, en

(*a*) Service géographique de l'armée. *Les formes du terrain*, par G. de la Noë, lieutenant-colonel du génie, avec la collaboration de Ém. de Margerie. Paris, Imprimerie nationale. MDCCCLXXXVIII.

s'attachant à un but aussi élevé que le développement historique de notre planète, rencontre de ces questions qui peuvent défier longtemps, et les meilleures méthodes d'observation, et les méditations les plus profondes. Au surplus, même en dehors des solutions certaines, les efforts persistants de l'homme de science pour atteindre aux grands mystères naturels, malgré les déconvenues de la recherche, sont un objet digne d'intérêt. Nulle part ailleurs on ne prend mieux la mesure du génie humain : car il est également impossible d'y méconnaître sa grandeur, et son infirmité.

Vers 1760, Fuchsel, à la suite de ses explorations du Hartz et du Thuringerwald, reconnut que beaucoup de couches originairement formées au fond de la mer ont été soumises à l'action de forces motrices d'origine inconnue qui les ont redressées après qu'elles étaient déjà consolidées (1). Vingt ans plus tard, Benedict de Saussure, en ignorant les vues de ses devanciers, arrivait à la même conclusion à propos des poudingues célèbres du Val Orsine, en Savoie, relevés dans le plan vertical. Il saisissait immédiatement l'importance que devait prendre, dans l'édification du mont Blanc et des autres massifs alpins, le redressement étonnant de ces couches puissantes, nécessairement horizontales à l'origine. « Quelle est la cause, dit-il, qui les a ainsi redressées? C'est ce que nous ignorons encore. Mais, ajoute-t-il, c'est déjà un pas important que de constater les mouvements qu'elles ont subis » (2).

A partir de Saussure, les déplacements éprouvés par les terrains des âges antérieurs n'ont plus été perdus de vue par les géologues. Relèvements, plissements, renversements, fractures de toutes formes, ont été notés, interprétés; et la littérature géologique est encombrée de

descriptions minutieuses relatives à ces phénomènes. Si, après un siècle écoulé, Saussure, reparaissant parmi nous, nous adressait sur la cause qui a relevé les couches dans tant de contrées la question qu'il se posait à lui-même, serions-nous à même de lui faire une réponse sûre et péremptoire ? C'est ce que nous allons examiner en consultant, autant que le permet une courte lecture, les principales autorités du temps (3).

I.

L'étude des dérangements dans les régions tourmentées du globe a été poursuivie avec une exactitude croissante et embrasse déjà une partie notable des continents. La possession de cartes topographiques plus précises et l'application de la paléontologie à la connexion des strates fossilifères chiffonnées ou rompues, ont rendu possible de déchiffrer des structures d'une complication extrême, qui témoignent de bouleversements qui passent tout ce que l'on pouvait soupçonner (4).

De l'ensemble des connaissances, il ressort que les grands déplacements de terrains affectent deux types. Les uns constituent des séries de plis ou d'ondulations plus ou moins parallèles, formés ordinairement de couches sédimentaires. Tels sont le Jura, les Alpes, les Pyrénées, les Balkans, le Caucase, l'Himalaya, les Alleghanys, les Cordillères, etc., etc. D'autres résultent de déplacements dans le sens vertical, qui semblent avoir rapproché ou écarté la zone superficielle du centre du globe. Ce sont des bombements ou des voûtes très surbaissées, parfois d'une étendue immense, embrassant des centaines de mille kilomètres

carrés, comme dans l'Inde péninsulaire, ou bien dans les contrées du Colorado, de l'Utah et de l'Arizona du *Far West* américain (5). On a des exemples contraires, et l'on tient la preuve de l'abaissement considérable du fond de certains océans. Toutes ces dénivellations peuvent être accompagnées de fissures et de failles, entre lesquelles des compartiments ont joué à la manière des claveaux d'une voûte.

Voici d'autres particularités recueillies par l'observation. Les bandes montagneuses, accompagnées de plis et de redressements des couches, affectent communément des zones étroites et longues, en dehors desquelles les terrains de même âge sont peu dérangés. Elles se prolongent sur des centaines, des milliers de kilomètres de distance; tantôt gardant une direction plus ou moins constante, tantôt coudées ou infléchies. Fréquemment leur profil, leur charpente et leur composition sont dissymétriques. Les plis seront penchés ou couchés dans le même sens; d'énormes paquets de strates auront glissé sur des plans de cassure voisins de l'horizon et auront été refoulés latéralement (6). On connaît leur âge géologique, plus ou moins lié à leur direction; et dans tous les continents explorés, il est des chaînes de montagnes datant les unes des périodes anciennes, les autres des périodes récentes. On sait aussi que leur édification a été longue; d'où il ressort que la force orogénique inhérente à notre planète n'est pas un simple accident de son histoire, mais une fonction essentielle liée à son développement naturel, bien qu'elle ait pu s'exercer avec plus ou moins d'énergie dans certains temps et dans certains lieux. Enfin, comme James Hall l'a remarqué le premier, les couches contournées et chiffonnées dans les montagnes sont généralement beau-

coup plus épaisses que les sédiments de la même époque demeurés horizontaux (7).

En envisageant l'ensemble de ces caractères, il n'est plus permis d'assigner au phénomène orogénique une cause identique à celle qui fait monter les laves dans la cheminée d'un volcan, comme on le pensait au commencement du siècle sous l'influence de Hutton et de de Buch (8). Une force simplement ascensionnelle n'expliquerait pas la compression transversale et la dissymétrie si fortement exprimées dans des chaines d'une grande longueur. Pour justifier ces grands traits du visage de la Terre, on est porté à s'enquérir d'une cause générale, en rapport avec l'ampleur des phénomènes dans le temps et dans l'espace. Cordier, à la suite de ses belles études sur la distribution de la chaleur interne, revenant à une pensée de Descartes, parla un des premiers du refroidissement et de la compression graduelle du globe comme d'une cause des rides de sa surface. Mais l'idée ne trouva sa formule précise que sous la plume d'Élie de Beaumont. Personne n'ignore que, d'après lui, les grands dérangements de terrains dérivent de l'enveloppe solide de la Terre devenue trop grande avec le temps pour recouvrir exactement une masse interne encore fluide sur laquelle elle doit reposer et qui se contracte en se refroidissant. Pour y rester appliquée, l'écorce, en se rapprochant du centre, subit une compression tangentielle qui lui fait perdre de son ampleur : elle se déforme et se partage en compartiments plus ou moins étendus, séparés par des rides correspondant aux zones de moindre résistance (9).

Que de traits géographiques ou géologiques s'encadrent heureusement dans cette conception où la grandeur s'unit à la simplicité! Elle a l'avantage d'enchaîner les principaux

accidents du globe à la doctrine universellement acceptée sur l'évolution des astres par concentration avec déperdition de la chaleur. Grandes flexions de l'écorce à la suite de ses déformations immanquables; contorsions des terrains pincés par la compression transversale; alignement des volcans le long des fractures qui l'accompagnent infailliblement; dissymétrie des chaînes provoquée par le glissement tangentiel; succession et orientations variées de ces mêmes chaînes d'après les étapes du refroidissement, tout cela, et bien d'autres phénomènes accessoires, se lient et s'expliquent.

Au premier abord, on put croire que la lumière était faite!

C'est pourquoi, la doctrine qui voit dans la diminution séculaire du volume du globe la cause essentielle des dérangements de sa surface est entrée largement dans la science. J. Dana a pu dire qu'Élie de Beaumont et ses disciples, en attribuant les plissements et soulèvements de terrain à la contraction de l'écorce du globe, *ne font pas une hypothèse; ils expriment un fait.* Ils n'abordent la théorie qu'en lui assignant comme explication le refroidissement de notre planète (10). Pourtant la plupart des savants acceptent l'assertion dans son entier. Naumann et Credner, Heim, Baltzer, Suess et Neumayr, Mallet, Prestwich, Green et Thomson, l'adoptent comme J. Dana et l'école française. Mais ils ne s'accordent que sur cette thèse : le globe perd graduellement la chaleur encore très considérable qu'il possède à l'intérieur et, par suite, l'écorce se contracte.

On ne s'entend ni peu ni point sur l'état physique de la matière interne. Aux yeux de Beaumont et d'un bon nombre de nos contemporains, l'écorce du globe peut être

assez mince, et elle repose sur une masse que la chaleur maintient à l'état liquide (11). Plusieurs physiciens et mathématiciens éminents d'Angleterre affirment, au contraire, que le globe est éminemment rigide, ou comprend du moins une écorce de 4,500 kilomètres au minimum (12). Ils prétendent le déduire de diverses raisons astronomiques et surtout de l'absence de marée terrestre sensible. D'après quelques géologues de cette opinion, les volcans puisent les laves dans des réservoirs isolés et restreints enchâssés dans une masse solide. Pour d'autres géologues, les roches soumises dans les profondeurs à d'énormes pressions restent solides malgré leur chaleur intense. Elles sont, disent-ils, à l'état de *fusion potentielle*, c'est-à-dire susceptibles de se fluidifier immédiatement à la condition d'une diminution de pression. Il n'est pas un argument de ces écoles qui ne soit contesté. Il n'en est pas moins vrai, qu'au moment où je parle, il est impossible de connaître avec certitude si la terre est solide jusqu'aux approches du centre ou si elle enferme une nappe fluide universelle à une profondeur médiocre. Qui ne voit cependant combien doivent différer les mouvements de l'enveloppe contractée selon qu'on part de l'une ou de l'autre hypothèse ? Que d'actions de grâces n'aurions-nous pas à rendre à mon cher et savant confrère M. Folie, si, faisant triompher la nutation diurne dans le monde astronomique, il nous apportait *du ciel* une vérité comme celle-ci : la croûte de la terre est mince et elle repose sur une masse fluide (13) !

Les divergences sont grandes aussi sur la nature et la valeur des mouvements qui ont produit le relief actuel du globe. Les uns acceptent, les autres nient plus ou moins la permanence des océans et du piédestal des conti-

nents (14). Élie de Beaumont déclarait que le retrait de l'écorce s'opérait avant tout par la compression d'un fuseau sphérique. Pour M. de Lapparent, l'équilibre se refait par un *rempli*, qu'il définit comme une grande dépression suivie d'une saillie. D'après MM. Dana et Whitney, les montagnes surgissent le long des zones de sédimentation très active (*géosynclinal*), contiguës aux côtes océaniques. Le fond de l'océan venant à s'abaisser par suite de la contraction générale du globe comprime et plisse ces zones littorales, par une action semblable à celle d'une voûte qui s'affaisse et refoule ses pieds-droits. C'est ainsi que les grandes chaînes sont généralement parallèles aux bords des grands océans. Pour MM. Hall, Sterry Hunt, Judd, Le Conte, ces zones littorales, où les sédiments s'entassent sur de grandes épaisseurs, se plissent nécessairement par suite de l'affaissement qu'elles subissent, puisque leur convexité disparaît avec le temps. Adoptant, au surplus, une vue remarquable d'Herschell et de Babbage, ils pensent que les zones de sédimentation très active produisent peu à peu une ascension progressive des lignes *isogéothermes*, qui les ramollit à leur base. Elles deviennent ainsi les régions faibles de l'écorce et elles cèdent à la poussée transversale en se plissant. De là, cette curieuse coïncidence des montagnes et des sédiments les plus épais. Pour MM. Suess et Neumayr, les plissements ont moins d'importance que les effondrements dans le retrait continu du globe. Ils s'opèrent autour de compartiments résistants qui demeurent comme de larges piliers au milieu des régions voisines tout ensemble enfoncées et comprimées (15).

Voilà des vues disparates à bien des égards. Elles émanent d'hommes d'un grand savoir, d'une rare expérience

du terrain et à qui l'on doit des travaux de premier ordre. Grande preuve d'incertitude !

Mais abandonnons à l'avenir le soin de décider la part de vérité qui revient à chacun de ces savants illustres, car tous peuvent avoir raison dans une certaine mesure, et contentons-nous de vérifier ce que j'appellerai l'*hypothèse contractive*, c'est-à-dire, d'examiner rapidement si l'on peut tenir comme établi que les grands dérangements des couches dérivent du refroidissement séculaire.

II.

Quand il s'agit d'évaluer la perte par irradiation dans un corps échauffé, le temps est un facteur. Les physiciens ont donc abordé la question de la durée probable écoulée depuis la consolidation de la pellicule extérieure de notre planète. M. W. Thomson a publié sur ce point des conclusions auxquelles il est fait appel très souvent dans notre littérature scientifique. Il a eu égard au volume de la Terre, au degré de fusibilité des roches, à leur capacité calorifique et à l'accroissement connu de la température dans la profondeur (16). Il est parvenu, à l'aide d'une savante analyse, à obtenir une période de millions d'années qui comporte un *maximum* et un *minimum* fort écartés l'un de l'autre. Il assigne au maximum cent millions d'années à l'apparition des premiers organismes. De leur côté, les géologues connaissent la date géologique de beaucoup de soulèvements et de plissements de couches; et ils possèdent, en outre, certaines appréciations plus ou moins probables sur la durée relative des grandes périodes. Partant de là, il existe un procédé direct pour vérifier

l'hypothèse *contractive*. C'est de comparer la diminution de volume subie par le globe en raison du rayonnement calorifique pendant un temps déterminé, avec le resserrement de sa surface déduit des contorsions de terrains. Si les deux résultats numériques se déduisent rigoureusement des faits et de l'application légitime des lois connues, et s'ils sont à peu près de même ordre, la question serait résolue. Elle a donc été travaillée depuis vingt ans dans ce sens par des physiciens et des géologues. Mais, hélas ! sa difficulté est à la hauteur de son importance.

Il est impossible, dans l'état de la science, de connaître la mesure du resserrement éprouvé par l'ensemble des zones disloquées et plissées. On n'a exploré avec attention que la moindre partie des continents. Mais il y a plus. Même dans les régions constamment visitées, quand elles sont tourmentées comme les Alpes, l'allure des terrains prête à des doutes fort graves. On conçoit qu'en parlant d'un bassin de peu d'étendue, assujetti à des allures uniformes et exploité dans ses trois dimensions, Am. Burat ait affirmé que les couches du terrain houiller de Charleroi, repliées vingt-deux fois sur elles-mêmes, n'occupent plus à la surface qu'une zone de 6,600 mètres en largeur au lieu de 11 kilomètres et demi qu'elles rempliraient si elles étaient déployées (17). Mais en Suisse, dans le Dauphiné, en Tyrol, où les roches sont fréquemment inaccessibles ou revêtues de glace, les mouvements prodigieux des terrains ont ramené, à la crête des rides, des masses cristallines ensevelies d'abord dans la profondeur. Comment faut-il entendre ces larges apparitions de roches cristallines, aujourd'hui insérées dans la mosaïque de la surface? Si, par une cause quelconque, elles se sont fait jour violemment à travers les couches qui les recouvraient d'abord,

il est évident que celles-ci, refoulées à droite et à gauche, ou s'étant chiffonnées en glissant latéralement sur des plans inclinés, porteront les preuves d'une compression horizontale, alors même que la superficie du globe aurait gardé son étendue. Dans cette hypothèse, rien de plus illusoire que d'apprécier la contraction terrestre d'après les ondulations des couches, puisque ces ondulations compensent les déchirures. Au contraire, si les noyaux montagneux formés de roches anciennes ne sont que l'axe de grands plis dont les arcades supérieures ont disparu par la dénudation, il faut que l'espace ait diminué, et l'on est autorisé, tout au moins d'une manière générale, à interpréter les circonvolutions des couches dans le sens d'une contraction du volume de la terre (18). De ces deux altercations, la première paraît devoir être écartée dans maints cas; mais elle est aussi vraisemblable que la seconde dans beaucoup d'autres. Et remarquons que des observateurs vieillis dans l'étude des Alpes, un Studer, un Favre, un Al. Heim, un Lory, sont loin de s'accorder toujours entre eux (19).

Nonobstant ces réserves, on doit attacher grand prix aux chiffres avancés à l'occasion de quelques régions spéciales par des savants qui les ont épiées avec tout le soin possible. Voici quelques chiffres : M. J. Le Conte déclare que les replis de terrains engagés dans le Coast Range de la Californie ont concentré les couches dans l'espace de 6 milles, au lieu de 15 à 18 qu'elles occuperaient si elles étaient développées. C'est donc une réduction de près des deux tiers de l'extension primitive. Le professeur Claypole nous apprend que, dans un des terrains les mieux explorés du monde, les Appalaches, les grès de Meana sont réduits

par les ondulations de 100 milles à 65. C'est une diminution de largeur de 57 kilomètres. Albert Heim assure que les couches contournées des Alpes centrales ont de 115 à 120 kilomètres de plus dans leurs circonvolutions que suivant leur ligne de base (20).

En acceptant au pied de la lettre cette dernière valeur, affirmée par un observateur éminent, il faut croire que des portions plus ou moins considérables de la croûte terrestre, glissant sur le noyau interne, se sont rapprochées de 120 kilomètres pour construire les Alpes de Suisse. Ce resserrement est considérable; cependant il ne peut exprimer qu'une fraction de celui qui s'est accompli sur le pourtour entier du sphéroïde pendant le même temps. D'abord, il existe bien d'autres régions montagneuses datant des mêmes époques. Mais on ne connaîtrait pas ces zones comprimées de l'ancien et du nouveau continent que l'on pourrait encore affirmer sans témérité, dans l'hypothèse du refroidissement, que la contraction des Alpes ne représente qu'une partie de la réduction générale éprouvée par le globe durant la phase tertiaire. N'est-il pas, en effet, de toute invraisemblance qu'un seul groupe montagneux, une région très restreinte, assument intégralement le refoulement d'une écorce de 510 millions de kilomètres carrés, forcée de s'écraser sur elle-même tout en conservant la forme sphéroïdale? Même dans la supposition d'une masse fluide interne facilitant tous les glissements de l'enveloppe, cette restitution de la figure d'équilibre, moyennant un froissement anssi local, serait inadmissible. Qu'en dire dans la supposition d'un intérieur rigide? Le très probable donc, au cas où un resserrement général a provoqué les froissements de la surface, c'est que la compression tangentielle a opéré des rapprochements,

d'une manière ou d'une autre, dans un grand nombre de régions à la fois. Ce qui revient à dire que, si l'on s'en remet aux ondulations mesurées avec exactitude dans certains pays pour apprécier la diminution totale du volume de notre planète, rien que depuis le dépôt de la craie blanche, on est conduit à une valeur considérable. C'est l'impression de la plupart des géologues; et il est permis de s'associer à leur avis, sans aller jusqu'à M. Heim, pour qui les seuls mouvements orographiques alpins impliquent un raccourcissement de 19 kilomètres dans le rayon du globe.

Tournons-nous maintenant du côté des physiciens, et demandons-leur dans quelle mesure probable la Terre a pu diminuer de volume par suite du refroidissement. Ils nous répondront qu'au temps actuel la perte en calorique est extrêmement faible. Déjà Fourier disait que la chaleur centrale ne contribuait pas pour un trentième de degré à la température de la surface; et l'on savait au temps de Laplace que le jour sidéral n'avait pas varié d'un deux centième de seconde depuis les plus anciennes observations chaldéennes, il y a 25 siècles. D'où l'on conclut en mécanique que le rayon terrestre est demeuré sensiblement invariable pendant ce même temps (21). Mais, pensera-t-on, à l'époque tertiaire, à l'époque secondaire, la croûte terrestre était beaucoup plus mince, plus chaude, la déperdition interne, et partant la contraction de l'enveloppe, étaient autrement actives. Or, l'on ne peut plus se donner carrière à cet égard depuis le docte mémoire de Sartorius van Waltershausen sur les climats anciens, où il accumule un grand nombre d'arguments pour établir qu'en ces temps, si éloignés de nous, la croûte solide, déjà très épaisse, formait une écran difficile à traverser (22). Dès

les temps jurassiques, il gardait si bien la chaleur centrale, d'après Sartorius, que celle-ci entrait à peine pour $^1/_2$ degré dans la température à l'équateur.

Quelques années plus tard, le savant géologue d'Erlangen, F. Pfaff, empruntait aux expériences de Mallet le coefficient moyen de contraction des roches volcaniques, et, l'appliquant à la masse entière du globe, il énonçait qu'une diminution de 1000° centigrades, affectant toute cette masse, serait encore insuffisante pour justifier les rides de l'écorce (23). Cependant, si nous nous en rapportons aux déductions de W. Thomson, cette diffusion générale de la chaleur centrale supposée par Pfaff est contraire aux lois du rayonnement propre à la Terre. Dans son travail sur l'âge du globe, cité plus haut, W. Thomson part du théorème de Fourier relatif aux échanges de température dans un corps inégalement échauffé, et il en tire cette conséquence, qu'au delà de quelques centaines de kilomètres en dessous de la surface, le noyau central est encore, à peu de chose près, aussi chaud que jamais, parce que, depuis l'époque la plus reculée, l'irradiation calorifique ne s'y opère que d'une manière insensible. Ainsi, dans cette doctrine, la déperdition calorifique n'affecte que l'enveloppe, la très grande partie du sphéroïde n'y prend, ou peu s'en faut, aucune part, et conserve ses dimensions originaires. Ce qui faisait dire récemment et un peu brutalement à l'un des plus éminents géologues de l'Amérique, Clarence Dutton, que les plis et les rides de la peau n'ont pas le resserrement du noyau pour cause, puisqu'il ne se contracte pas du tout (24).

Néanmoins, en admettant que le globe se soit refroidi suivant le mode conçu par W. Thomson, il y a possibilité d'une diminution de volume pour la planète; seulement

cette diminution est très faible. Dans cette théorie, suivant M. G. Darwin (25), le noyau immense et de dimensions à peu près invariables qui occupe le centre, est entouré d'une calotte sphérique épaisse de quelques centaines de kilomètres, qui perd graduellement sa chaleur et diminue réellement de volume. Il faut distinguer deux zones dans cette calotte en train de se refroidir. Une zone inférieure qui en comprend presque toute l'épaisseur. Elle est formée de couches contractées par la perte du calorique, qui ne peuvent se rapprocher du centre en proportion de cette perte, parce que l'invariabilité du noyau s'y oppose. Les couches y subissent un amincissement et une tension. Il ne peut donc être question de plissement pour elles. Reste la zone supérieure qui n'embrasse que la portion la plus superficielle de l'écorce et où les phénomènes se modifient. La diminution de volume causée par la dissipation de la chaleur y est moindre que l'amincissement de la zone sous-jacente. Elle présente donc un excès d'ampleur par suite du mouvement centripète auquel elle est astreinte. De là possibilité pour elle de plissements et d'écrasements dans la suite des âges.

Mais cette zone susceptible de se rider n'est qu'une pellicule infinitésimale par rapport au rayon terrestre. On peut lui assigner depuis 2 ou 3 jusqu'à 8 ou 10 kilomètres. Cela dépend de l'âge qu'on accorde à la croûte consolidée, et suivant les mathématiciens anglais, cet âge oscille entre 400 millions d'années maximum de Sir Thomson et 10 à 15 millions d'années où aboutit M. Tait. Le raccourcissement radial est nécessairement très petit dans cette méthode, et le savant Osmond Fisher, dans un livre et divers mémoires consacrés à discuter l'ensemble de la question, le porte entre 2 milles et 6 milles anglais, soit

entre 3 et 10 kilomètres, pour tout le temps écoulé depuis la première consolidation de la Terre : ce qui revient à dire que la contraction est insignifiante (26). C'est pourquoi le Rév. Fisher rejette absolument la possibilité d'expliquer les grands mouvements de terrains dans la voie suivie par M. Thomson. Sur quoi, M. Green, convaincu par une foule de convenances géologiques et astronomiques de la légitimité de l'hypothèse contractive, s'écrie que les calculs du Rév. Fisher prouvent un chose : c'est que le globe de la Terre se refroidit d'une tout autre façon que ne l'imaginent M. Thomson et ses disciples (27)!

Toutefois, d'après le commentaire bienveillant de M. Georges Darwin (28), un dernier travail dû à M. Davison aurait fort avancé la question de la contraction de l'écorce par refroidissement. En reportant à 100 millions d'années en arrière, non point l'apparition des premiers organismes, comme le fait Sir Thomson, mais la première consolidation de la planète, les calculs conduisent à une pellicule actuellement contractile de 3 à 4 kilomètres. Or, depuis 10 millions d'années cette mince enveloppe se serait réduite de 228,000 milles carrés (575,000 kil. carrés environ). C'est une perte d'espace considérable. Mais d'abord elle embrasse une fraction notable des temps fossilifères, si la planète était encore fluide à sa surface, il y a 100 millions d'années. Et en second lieu, ce qui est autrement grave, comme l'ont fait observer MM. O. Fisher et Mellard Read à propos des calculs de MM. Davison et G. Darwin, une écorce contractile réduite à 3 kilomètres ne peut rendre compte de mouvements tels que ceux des Alpes ou des Apallaches, qui enchaînent des terrains de 10 à 15 kilomètres d'épaisseur. La question n'est donc pas résolue.

De son côté, M. de Lapparent (29) s'est attaché à mesurer la perte annuelle de chaleur éprouvée par le globe, en raison du degré géothermique de 1° pour 35 mètres. Il évalue cette perte à 53 calories par an et par centimètre carré de la surface. Il en conclut la diminution de volume de la planète dans un temps déterminé, en attribuant la perte à la masse entière, contrairement aux physiciens anglais, et en supposant que l'intérieur est métallique et possède un coefficient de contraction égal à celui de la pyrite, soit 0,003 pour 100° centigrades, c'est-à-dire à plus de trois fois celui de la moyenne des roches connues. Il admet également que la capacité calorifique du noyau ne s'élève qu'à $^1/_{10}$ Dans ces conditions, dont la plupart ne sont que trop favorables à la contraction, il n'obtient qu'un raccourcissement radial de 89 mètres par million d'années, et il fait ressortir d'autant mieux les exagérations de MM. Suess, Heim et Neumayr. La perte en surface obtenue par cette méthode est assez minime, et M. de Lapparent dit qu'on pourrait la doubler ou la tripler s'il est nécessaire, pour expliquer les ridements opérés durant les dernières périodes géologiques. Par cette dissertation remarquable, où malheureusement il en appelle plus d'une fois à l'inconnu, notre savant ami a montré peut-être dans une certaine mesure la possibilité de rattacher les rides de la surface au refroidissement de la Terre : mais avec des valeurs numériques aussi mal assurées, il n'a pas prouvé qu'il en soit réellement ainsi.

En présence de toutes ces difficultés, il est significatif d'entendre MM. William B. Taylor et Alexander Winchell invoquer, pour expliquer les chiffonnements de l'écorce terrestre, des raisons absolument étrangères à l'état physique interne de notre planète, et dépendant uniquement

de la gravitation ou de causes astronomiques. Dans leurs idées, les rides sont déterminées par le changement qui s'opère en vertu de la pesanteur dans la forme géométrique de l'enveloppe. Celle-ci s'écarte de plus en plus de son ellipticité primitive pour se rapprocher de la sphère, en proportion du ralentissement qui paraît constaté dans la rotation diurne du globe. L'enveloppe doit donc s'écraser sur elle-même, la sphère représentant un *maximum* de capacité. Si l'on en croit les savants américains, on trouverait dans ce changement progressif de la figure de la Terre une réduction de surface largement suffisante pour expliquer le modelé des continents, étant donné le ralentissement probable de la rotation diurne depuis les époques anciennes, en raison de la réaction due aux marées (30).

Aux yeux des savants qui raisonnent de cette manière, il est clair que le procès est gagné contre la contraction par perte de la chaleur. Mon savant confrère M. Briart partage évidemment leurs convictions à cet égard. Il ne croit pas à la chaleur originaire du globe. Il ne la fait donc pas entrer comme facteur dans les dérangements de l'enveloppe. Plus que personne, il est vrai, il admet que les plissements des terrains stratifiés accusent le rapetissement progressif de notre planète. Il va même jusqu'à attribuer au rayon un raccourcissement de moitié depuis la formation du terrain archaïque : ce qui dépasse toutes les évaluations antérieures. Mais il attribue au tassement de la matière ce prodigieux amoindrissement du globe terrestre, lequel se serait opéré depuis qu'il était déjà consolidé (31) !

En définitive, le mode de refroidissement de la Terre n'est pas mieux établi que le laps de temps écoulé depuis sa première consolidation et que l'état physique du noyau

interne. Le doute ou le mystère planent sur tout ce côté du problème. D'autre part, l'observation est loin d'en être arrivée à pouvoir évaluer d'une manière sérieuse, d'après l'allure des terrains, la réduction éprouvée par la surface depuis les périodes anciennes. Le contrôle est donc absent, puisque, d'un côté comme de l'autre, il faut renoncer pour le moment à mettre en présence des chiffres basés sur des données positives. Il s'ensuit qu'on ne peut aujourd'hui se prononcer définitivement sur la cause générale des bombements et des rides de l'écorce du globe, ni répondre catégoriquement à la question que se posait Saussure. L'hypothèse contractive a pour elle des probabilités, mais elle peut être fausse; et avant qu'elle soit acceptée comme une vérité, mon impression est qu'il y a du chemin à faire! Ainsi l'étude du rayonnement terrestre conduit à un raccourcissement radial presque nul, tandis que les bouleversements de la surface, au cas où il les faut rapporter à la contraction, indiqueraient pour celle-ci une valeur très notable pendant les derniers âges de l'histoire du monde. Une meilleure interprétation de la structure des continents, une appréciation plus exacte de l'intérieur du globe feront peut-être disparaître la contradiction. En attendant, comme le disait il y a peu de temps J. Dana, on ne doit pas épouser une doctrine quelconque sur la formation des montagnes (32). Après cela, rien d'étonnant que Dutton, Mellard Read, Taylor, et en dernier lieu Reyer, dans le savant ouvrage qu'il vient de mettre au jour (33), n'admettent pas le rapport de cause à effet entre le refroidissement de notre planète et ses irrégularités extérieures.

Chose curieuse, qui fait bien voir l'incertitude où nous en sommes toujours relativement au phénomène orogé-

nique! Un livre récent et spécial, le plus travaillé peut-être que la littérature anglaise ait produit touchant l'origine des montagnes, développe sur la question des idées qui, sur la plupart des points, sont en opposition radicale avec celles qui ont cours dans les traités de géologie (34). M. Mellard Read, l'auteur de ce livre, y fait preuve de beaucoup de connaissances et de talent. Disons en peu de mots comment il entend la cause générale qui a produit les grands mouvements de l'écorce du globe.

Son point de départ est le fait signalé par J. Hall, que les terrains tourmentés et plissés ont des milliers de mètres d'épaisseur, alors que les étages contemporains qui n'ont pas été bouleversés n'en possèdent souvent que quelques centaines. Quelle est la raison d'être de ces efforts mécaniques qui s'attaquent précisément aux dépôts les plus puissants? A la suite de Herschel, de Babbage et de Scrope, M. Read répond que, dans le fond d'un bassin océanique où la sédimentation est active, l'ascension de la chaleur interne gagne progressivement les couches à mesure qu'elles sont recouvertes de dépôts nouveaux. Supposons que, dans une région déterminée, des sédiments s'empilent sur 15,000 mètres d'épaisseur; le degré géothermique étant tel qu'on l'admet communément, il s'ensuivra un échauffement moyen de plusieurs centaines de degrés à partir de la surface pour toute la portion de l'écorce terrestre comprise dans l'area de sédimentation. Comme cette augmentation de chaleur porte sur une épaisseur de roches très considérable, elle détermine une énorme expansion de volume. Mais la masse échauffée, cernée par d'autres masses invariables parce que les causes modificatrices de la température n'y agissent pas, ne peut

s'étendre qu'à l'extérieur, et elle donne naissance à une protubérance en rapport avec l'excès d'expansion. Cet excès est très supérieur à ce qu'en ont dit certains savants, Lyell entre autres, qui avant M. Read ont traité le même sujet, car celui-ci observe avec raison qu'ils n'ont tenu compte que de la dilatation linéaire, et c'est la dilatation cubique qui entre en jeu.

En se basant sur ses propres expériences et celles de quelques autres, il admet dans les roches un coefficient moyen de dilatation de 2 pieds 75 centièmes par mille anglais pour 100° Fahr. Cela posé, une région terrestre de forme carrée, de 500 milles anglais de côté et de 20 milles de profondeur, échauffée de 1000° Fahr., acquerrait un accroissement de 52,135 milles cubes, soit 216 mille kilomètres cubes environ : ce qui peut constituer assurément une protubérance très respectable (35). Mais voici qui est nouveau. Dans les conditions admises par M. Read, un système de couches étendu souterrainement et arrêté à ses extrémités par des masses stables, ne peut obéir à l'expansion qu'en se tordant ou se plissant; comme il adviendrait d'une barre de fer encastrée dans deux murs, si on la portait au rouge. Telle est l'explication mécanique des plissements de couches. Si l'on en croit M. Read, ces fameuses ondulations des formations sédimentaires où chacun voyait le témoignage des resserrements de la surface sont simplement amenées par la dilatation des strates. « Elles-mêmes, dit-il, se sont allongées en se plissant. » C'est le renversement d'une des inductions les plus plausibles de la stratigraphie, et il en découle strictement que les plis ne prouvent rien quant à la contraction de l'enveloppe. Certes, le processus imaginé par

M. Read me paraît tout à fait insuffisant; mais pour être impartial je dois ajouter que sa théorie satisfait mieux que l'ancienne à certaines difficultés de détail (36).

M. Read poursuit ainsi les conséquences de son système sur la genèse des montagnes dans une foule de directions, avec une sagacité, une ingéniosité tout à fait remarquables et qui donnent un grand attrait à son livre. Il restera quelque chose de cette œuvre hardie. Mais je tiens néanmoins que l'auteur s'abuse entièrement sur la portée de son explication, qui rencontre plus d'une objection décisive. Je n'en signalerai qu'une.

Le surchauffement qui produit des montagnes exige dans le bassin marin l'apport d'une immense épaisseur de sédiments, et ceux-ci impliquent à leur tour un abaissement au moins équipollent du fond océanique. Cet énorme affaissement de la croûte, condition préalable du phénomène, s'explique peut-être dans d'autres théories, mais elle semble inconciliable précisément avec celle de M. Read. Car si la superposition des sédiments nouveaux finit par entraîner un gonflement considérable des roches du dessous, le rayonnement interne doit produire une expansion souterraine qui s'oppose à tout abaissement très prolongé des fonds marins.

Je m'arrête. Dans ces annales grandioses du monde que nous habitons, l'investigation a compris et relié déjà bien des pages. Ce tableau véridique qu'on peut tracer aujourd'hui des révolutions de la faune et de la flore à partir des premiers fossiles des couches anciennes, c'est une des plus belles conquêtes du savoir humain ! Mais que de lacunes dans nos connaissances ! La vraie nature des forces

motrices qui ont creusé le bassin des océans, séparé, distribué et ridé les continents, est au nombre de ces points obscurs. Nous voyons ce que ces forces ont produit : nous n'entrevoyons que très imparfaitement leur origine ; et aucune des théories inspirées à leur sujet n'a la solidité d'une thèse définitivement acquise. Nous sommes parqués à la surface, tandis que l'intérieur du globe est le terrible inconnu, auquel ramènent à chaque instant nos tâtonnements sur son histoire. Le voile tombera-t-il jamais? Je l'ignore. Mais le jour où l'action des agents internes sur le modelé de l'écorce serait comprise et fixée dans ses traits essentiels marquerait un grand pas dans la connaissance de cette planète, ordonnée dès les âges les plus reculés par la Sagesse éternelle pour aider au développement physique, intellectuel et moral de l'humanité.

En effet, cette lente élaboration du globe de la Terre, que le géologue épèle de son mieux, elle a son but et son couronnement dans le développement des règnes organiques qui y trouvent leur condition d'existence, et finalement en l'homme qui est à leur tête. Dans l'enchaînement des choses, les continents et les océans avec toutes les particularités physiques qui les distinguent aujourd'hui supposent l'existence des plantes et des animaux qui les peuplent; et tout cela suppose en dernier ressort l'existence de l'humanité. L'homme donc, en un sens très vrai, renferme en lui-même le grand secret du monde où Dieu l'a placé. C'est ce qu'un des créateurs de la géographie comparée, M. Arnold Guyot, a exprimé dans une page remarquable par laquelle je termine cette lecture.

« C'est la loi universelle de tout ce qui existe dans la nature finie de n'avoir en soi-même ni la raison ni le but

total de sa propre existence. Chaque être existe, non seulement pour lui-même, mais comme partie d'un grand ensemble, dont le plan et l'idée le dépassent infiniment lui-même, et dans lequel il est destiné à jouer un rôle. C'est ainsi que la nature inorganique n'existe pas seulement pour elle-même, mais pour servir de base à la vie de la plante et de l'animal, et elle accomplit, à cet effet, des fonctions d'un ordre bien supérieur à celles que lui assignent les lois purement physiques et chimiques de la matière. De même, la nature entière, notre globe, quelque admirable qu'en soit l'ordonnance, n'est pas le but final de la création; mais il est la condition de l'existence de l'homme; il lui sert d'instrument dans son développement et accomplit, à son service, des fonctions d'un ordre plus relevé et plus noble, pour lesquelles il a été fait. C'est donc l'être supérieur qui sollicite pour ainsi dire la création de l'être inférieur, et l'associe aux fonctions qui lui sont propres; et il est vrai de dire que la nature inorganique est faite pour la nature organisée, le globe entier pour l'homme, comme l'un et l'autre sont pour Dieu, l'origine et la fin de toutes choses (37). »

NOTES.

(1) *Acta Acad. Electoralis Moguntiæ*, II, p. 127 f. — Stenon l'avait vu déjà dès la seconde moitié du XVII[e] siècle. *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis Prodromus.* Florentiæ, 1669. Mais Füchsel ignorait sans doute les vues de l'illustre Danois.

(2) Conf. d'Archiac. *Géologie et paléontologie*, pp. 49 et seq. Dans un passage du *Voyage des Alpes*, Saussure considère le refoulement comme la cause du redressement des couches.

(3) Dans cette lecture, il ne s'agit pas des inégalités quelconques de la surface du globe, mais uniquement de celles qui se rattachent en grande partie à des redressements et dérangements des terrains. Il n'y est question d'ailleurs que de la cause physique à laquelle on peut rapporter les déplacements de roches qui se poursuivent sur des étendues considérables. On ne s'y occupe pas des dérangements locaux dépendant de causes bien connues; tels que les effondrements provoqués par la dissolution de roches en profondeur, ou les glissements qui se produisent sur les pentes.

(4) Comme, par exemple : au couchant et au milieu du bassin de Mons, le renversement, sous le terrain Crétacé, du Silurien et du Dévonien sur le calcaire carbonifère et le terrain Houiller. Conf. GOSSELET, *l'Ardenne*, pp. 742-746. — De même, les plis-failles couchés et les chevauchements horizontaux ayant produit les prodigieux renversements des Alpes de Glaris (A. HEIM. *Mechanismus des Erde*, Bd. I); les *Thrustplane* qui ont entraîné la superposition du Gneiss au Silurien dans le N. de l'Écosse (AR. GEIKIE. *Nature*, nov., 13, 1884, pp. 29-35); ou les plis couchés formés par du Trias ou du Jurassique installés sur des couches crétacées dans le département du Var (*Bull. de la Soc. géolo. de France*, 3e sér., t. XV, pp. 667-702 et t. XVI, pp. 748 et suiv.). Des faits de même genre (Cambrien sur Crétacé) viennent d'être signalés par M. Mac Cormell dans les montagnes Rocheuses (*Ibid.*, t. XVI, p. 513).

(5) Sur les régions de plateaux. Conf. MEDLICOTT and BLANFORD : *Manual of the Geology of India*, vol. I. Sur les mouvements qui ont donné lieu aux plateaux des États-Unis, lesquels ont été l'objet de nombreuses observations des savants américains, voir *Report on the Geology of the High Plateaus of Utah*, 1880 : U. S. geographical and geological Survey of the Rocky Mountains Region. J. W. POWELL in Charge. Voir aussi C. DUTTON. *Mount Taylor and the Zuni Plateau* (en particulier les considérations générales). U. S. geological Survey Sixth Annual Report, 1885, pp. 183 et suiv.

(6) Sur les divers modes de dissymétrie affectés par les montagnes, lire l'excellent livre publié simultanément en français et en allemand par MM. EM. DE MARGERIE et A. HEIM, et intitulé : *Les dislocations*

de l'écorce terrestre (Die Dislocationen der Erdrinde). Zurich, 1888. Voir notamment le *Littera* D, et la note 367, p. 117. — Voir également STUDER. *Geologie der Schweiz,* I, p. 5, et de LAPPARENT. *Traité de géologie,* 2e édit., pp. 77 et 1440.

(7) Le professeur James Hall a formulé le premier ce rapprochement entre les contorsions de couches et la grande épaisseur des strates sédimentaires; c'est dans *Presidential Adress to the American Association for the Advancement of Sciences,* prononcée en 1857. Mais elle ne fut publiée qu'en 1882. Les idées d'ailleurs en étaient connues dans le mode savant avant l'impression.

(8) Hutton, qui a saisi le premier l'importance capitale de la discordance des strates sédimentaires, attribuait le redressement des terrains à une sorte de poussée d'origine volcanique (Conf. *Theory of the Earth,* pp. 432, 458, 562 et seq.). La théorie des cratères de soulèvement imaginée par de Buch est invoquée souvent par lui-même comme par Élie de Beaumont et Dufrenoy pour expliquer le redressement des couches contre les porphyres (DE BUCH. *Beobachtung,* vol. I, p. 126); ou bien contre l'axe granitique du Mont Genèvre, de l'Oisans, de diverses régions des Pyrénées. (*Mémoires pour servir à une description géologique de la France,* t. I, pp. 339 et suiv. D'AUBUISSON. *Traité de géognosie,* 2e édit., t. III, pp. 262 et suiv.) On pourrait interpréter dans le même sens une ancienne opinion de Studer considérant les masses cristallines des Alpes centrales comme un noyau éruptif injecté de bas en haut (Conf. BALTZER. *Beitrage zur Geognosie der Schweitzer Alpen. N. Jahr. f. Min. und Geol.,* 1878, pp. 451 et suiv.). Les partisans de la doctrine qui rattache les mouvements orogéniques à la contraction progressive de l'écorce du globe admettent d'ailleurs l'existence de forces composantes verticales, en raison desquelles les matières internes peuvent crever de bas en haut les assises superficielles, et les traverser, *comme le doigt passe à travers une boutonnière.* (Expression d'Élie de Beaumont.) A la suite de la découverte si précieuse des *laccolites* des Henry Mountains, où M. Gilbert a saisi en quelque sorte sur le fait le redressement de plusieurs systèmes géologiques par des roches volcaniques tertiaires, l'idée de la puissance soulevante des roches

éruptives a repris faveur surtout en Amérique. Dans le *Far West* américain les mouvements des terrains se sont presque exclusivement exercés dans le sens vertical sur de vastes aréas. MM. Gilbert et Dutton n'y font guère intervenir que des forces agissant suivant les rayons du globe. *Ce sont des forces verticales d'origine inconnue*, dit M. Dutton (Conf. Gilbert. *Geology of the Henry Mountains.* — *Geol. Survey West of the* 100th *Meridian*, vol. III. — *U. S. geol. Survey Sixth Ann. Rep.*, p. 198).

(9) On est surpris de voir un esprit aussi pénétrant que M. Melchior Neumayr exprimer très imparfaitement la conception d'Élie de Beaumont, dans l'ouvrage très remarquable d'ailleurs qu'il vient de publier sur la géologie générale. Conf. *Erdgeschichte*, Band I. Leipzig, 1886, p. 317. — La cause mécanique générale assignée par Élie de Beaumont aux dérangements de l'écorce terrestre doit être distinguée des idées trop absolues qu'il y avait associées dans sa *Notice sur les Systèmes de montagnes*, Paris, 1852, lesquelles n'offrent plus qu'un intérêt historique. Tels sont : le principe de la direction suivant l'âge géologique poussé jusqu'à un excès de précision géométrique qui le rend tout à fait inacceptable; le surgissement brusque des grandes chaines démenti par l'observation; et le réseau sphérique pentagonal dessiné par ces chaînes, conception abstraite entièrement abandonnée.

(10) *Manual of Geology*, 1863, pp. 721-725.

(11) de Lapparent. *Traité de géologie*, 2^{e} édit., p. 494. — Prof. Jos. Prestwich. *On the Agency of Water in Volcanic Eruptions : with some Observations on the Thickness of the Earth's Crust, from a geological Point of View.* (Proc. of the roy. Soc , vol. XLI, pp. 158 et suiv., 1886). — E. Wadsworth. *On the Evidence that the Earth's interior is solid* (Amer. Naturalist, 1884). — H. Credner. *Traité de géologie*, trad. franç., p. 7. — William Dawson. *Presidential Adress British Association*, 1886. — William B. Taylor. *On the Crumpling of the Earth's Crust* (Am. Journ. of Sc., vol. CXXX, pp. 249 et suiv., 1885).

(12) Voy. Sir Wil. Thomson. *British Association.* Rep. 1876, et G. H. Darwin, *Philos. Trans.*, 1879 et 1880, t. I. — Conf Prof.

Jos. Le Conte. *A Theory of the Formation of the great Features of the Earth's Surface* (Ann. Journ. of scien., vol. CIV, pp. 345 et suiv.). L'auteur combat l'existence d'une nappe fluide interne par des arguments dignes d'attention (Conf. surtout E. Reyer. *Theoretische Geologie,* pp. 195-204 et passim.

(13) Voir sur la *Nutation diurne et la Libration de l'écorce terrestre* et sur leurs conséquences pour la structure du globe, une notice très intéressante de M. F. Folie, dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal pour* 1888, Bruxelles.

(14) Voir sur cette question un assez ancien travail de L. Agassiz : *Report upon Deep-Sea Dredgings in the Gulf Streams, during the Third Cruise of the U. S. Steamer Bibb* (Bull. of the Museum of comparative Zoology, pp. 363-386, 1870). Un grand nombre d'autorités se prononcent plus ou moins pour la permanence des océans et des socles continentaux, parmi lesquelles on peut citer J. Dana, Mallet, Alfred Wallace, Crosby, A. Geikie, Botella, etc. Conf. Dana. *The geological History, etc.,* p. 94. A. Wallace. *Island Life,* chap. VI. A. Geikie. *Geographical Evolution.* Proced. Roy. Soc. Edinburg, 1879, p. 426. La question néanmoins présente beaucoup d'obscurité (A. H. Green. *Physical Geology,* p. 688). Il y a de graves objections basées sur des considérations paléontologiques, par exemple : les rapports intimes des couches fossilifères de la Nouvelle-Zélande avec celles de l'Australie orientale, régions séparées aujourd'hui par la *Fosse de Thomson,* où la profondeur qui n'est jamais inférieure à 1000 mètres en dépasse souvent 4000, etc. Jeffreys (*Britisch Assoc.,* Rep., 1877), avant A. Wallace, avait développé les raisons paléontologiques pour lesquelles on ne devait pas considérer la craie blanche comme un dépôt de mers profondes. Mais toutes les raisons de Jeffreys et de Wallace sont combattues par Fuchs (*Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu beobachten.* Neues Jahr. f. Min. Beilage Band, 1883, pp. 487 et seq). Suess et Neumayr font de même (*Erdgeschichte,* I, pp. 362-368). Ce dernier s'appuie notamment sur la constitution particulière de certaines couches des systèmes carbonifère et jurassique, et sur les connexions intimes que les fossiles décèlent entre des régions séparées aujourd'hui par

des océans profonds. Il donne (*Op. cit.*, II, p. 336) une carte approximative du globe à l'époque du *Malm*, qui s'écarte tout à fait de la distribution actuelle des continents et des océans. Il admet qu'une grande partie du bassin de l'Atlantique n'a été creusée que pendant l'ère tertiaire (Idem, pp. 546-550).

(15) DE LAPPARENT. *Traité de géologie*, 2[e] édit., p. 1438. — J. DANA. *The geological Story briefly told*, pp. 89-97. — *On some Results of the Earth's Contraction from Cooling* (*Am. Journ. of Science*, vol. CV). — J.-B. WHITNEY. *North American Review*, vol. CXIII, p. 235. — JUDD. *Contribution to the Volcanoes*, seconde série, pp. 133 et seq. — STERRY HUNT. *Chemical and Geological Essays*, pp. 545 et seq. — JOS. LE CONTE. *A Theory of the Formation of the great Features of the Earth's surface* (Am. Journ. of Sc., vol. CIV, pp. 345 et 450). — M. NEUMAYR (*Erdgeschichte*, I, pp. 326 et seq, 365; II, p. 693 et passim). L'Auteur allemand adopte les idées de Suess dans son livre en les renforçant encore. M. de Lapparent a combattu très habilement cette théorie de MM. Suess et Neumayr, selon laquelle les effondrements le long de cassures sont le principal facteur des modifications de l'écorce terrestre. Il oppose des faits qui ne permettent pas d'accepter sans grandes réserves la doctrine des savants allemands (*Conférence sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre* (Bull. de la Soc. géol. de France, 3[e] sér., t. XV, pp. 215-238) et *Note sur le mode de formation des Vosges* (Idem, t. XVI, pp. 181 et suiv.). Toutefois, les considérations développées dans une note récente de M. Le Verrier en faveur de M. Suess affaiblissent quelques-uns des arguments du savant géologue français (*Op cit.*, 3[e] sér., t. XVI, pp. 492-503).

(16) SIR WILLIAM THOMSON. *On secular Cooling of the Earth's* (Trans. Roy. Soc. of Edinburgh, t. XXIII, p. 157). Les résultats obtenus par Sir Thomson relativement à l'âge du globe sont visés ici parce qu'il s'agit de mettre la contraction de la surface en présence des rides. Les calculs de M. Thomson reposent en partie d'ailleurs sur des affirmations très contestables; celle-ci, par exemple, que la croûte du globe n'a commencé de se consolider que lorsque la température de la masse entière était descendue à 7000° Fahr.

Sur les objections opposables au physicien anglais, conf. l'adresse de M. Huxley quand il était président de la Société géologique (*Quart. Journ. of Geol. Soc. of London,* t. XXV, pp. LII-LIII). On sait qu'il existe d'autres procédés pour évaluer l'âge de la Terre, basés sur la succession des périodes de grande et de petite excentricité de l'orbite terrestre, ou sur le temps nécessaire aux actions dénudatrices pour édifier l'ensemble des couches détritiques qui figurent dans la série sédimentaire. MM. Croll, Haughton, Read, ont obtenu de la sorte des chiffres qui se rapprochent plus ou moins de ceux de Sir Thomson. Conf. A. Geikie (*Text Book of Geology,* p. 192). Tous ces résultats numériques impliquent des assertions arbitraires.

(17) *Géologie de la France,* p. 315. Voir l'explication des plissements du terrain houiller du Hainaut au moyen d'un glissement des couches encore flexibles le long d'un plan incliné produit par une poussée agissant du Sud. Ponson (*Traité de l'exploitation des mines de houille,* t. I, p. 93).

(18) Sur les causes diverses auxquelles il faut rapporter les plissements et circonvolutions des couches, conf. les remarques judicieuses de K. Naumann (*Lehrbuch der Geologie,* 2e Auf, t. I, pp. 943-952).

(19) Quoi de plus frappant à cet égard que l'opposition de MM. Favre et Lory, deux géologues compétents s'il en fut, à propos de la structure en éventail du mont Blanc, montagne classique dans l'histoire de la science? M. Favre y voit un pli *anticlinal* rompu par excès d'ampleur et fortement comprimé à sa base. (*Recherches géologiques dans la Savoie, le Piémont et la Suisse,* vol. III, pp. 125-142.) Pour M. Lory, le mont Blanc n'est pas formé par une voûte centrale de soulèvement; il est constitué simplement par un pli *synclinal* des schistes cristallins, limité de part et d'autre par deux failles suivant lesquelles se sont affaissées les bandes liasiques de Chamouny et du Val d'Entrèves (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e sér., t. IX, pp. 670 et suiv.).

(20) J. Le Conte (*Amer. Journ. of Sc.,* vol. CXI, pp. 298-299). — E. W. Claypole. *Pennsylvania before and after the Elevation of the Apallachian Mountains, etc.* (Amer. Naturalist, March 1885, pp. 257-

268). — A. Heim. *Mechanismus der Gebirge-Bildung,* Band II, pp. 210 et seq. De son côté, M. Gosselet (*Ardenne,* p. 178) admet que le bassin dévonien de Dinant, qui occupe aujourd'hui 46 kilomètres environ de largeur entre Fepin et Dave, en occupait 100 avant les plissements. Il aurait donc été réduit de plus de moitié.

(21) En supposant la perte en chaleur constante depuis cinquante siècles, il n'en résulte qu'un raccourcissement moyen de neuf centimètres dans le rayon du globe. Il serait sans effet appréciable sur la durée du jour. R. Mallet (*Proc. Roy. Soc.,* vol. CLII, 1876).

(22) Sartorius von Waltershausen (*Untersuchungen uber die Klimat der Gegenwart und der Vorwelt.*

(23) *Grundriss der Geologie,* p. 161.

(24) C. Dutton. *Hawaian Volcanoes* (U. S. Geol. Surv. IV[e] Rep.).

(25) Amer. Journ. of Sciences (Apr. 1888). *On the Distribution of Strain in the Earth's Crust resulting from secular Cooling with special reference to the growth of Continents and the Formation of the Mountain Chains,* by Ch. Davison.

(26) Conf. *Physics of the Earth's Crust,* pp. 183, 186 et passim, et Amer. Journ. of Sciences, CXXV, p. 415. Suivant M. C. Dutton le théorème de Fourier ne permet pas un raccourcissement radial supérieur à 30 milles (47 kilom.) depuis la première coagulation de la pellicule externe. *On the contractional Hypothesis* (Amer. Journ., CVIII, p. 121). Il faudrait justifier avec cette valeur extrême toutes les contractions apparentes de l'écorce, y compris celles du terrain archaïque, ce qui est certainement impossible. R. Mallet se serait entièrement abusé, en attribuant 189 milles (300 kilom.) au raccourcissement radial depuis l'origine (*Phil. Trans.,* CLIII, 172).

(27) *Physical Geology,* 2[e] édit., p. 674.

(28) Amer. Journ. of Sciences. Ap. 1888. Op. cit. — Conf. aussi les observations de MM. Fisher et Mellard Read (*Phil. Magas.* for January and Mars 1888).

(29) *Note sur la contraction et le refroidissement du globe terrestre* (Bull. de la Soc. géol. de France, 3[e] sér., t. XV, pp. 383 et suiv.).

(30) *On the crumpling of the Earth's Curst,* by William B. Taylor (Amer. Journ. of Sciences, vol. CXXX, pp. 249 et seq.). — Alex.

WINCHELL. *Sources of Trend and cristal Surplusage in Mountain Structures* (Idem, pp. 487 et seq.).

(31) *Principes élémentaires de Paléontologie*, pp. 508 et suiv. — Sur les objections qu'on peut opposer à M. Briart, conf. la note de M. de Lapparent sur la contraction du globe. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e sér., t. XV, pp. 398 et suiv.)

(32) *Amer. Journ., etc.*, vol. CXXIX, p. 337.

(33) *Theoretische Geologie*. Stuttgard. 1888. Dans ce livre, l'auteur, M. E. Reyer, professeur à Vienne, étudie les principaux phénomènes géologiques, et en particulier ceux d'origine interne, avec la science la plus étendue. Il est un des partisans les plus absolus de la rigidité de la masse interne; et il s'efforce d'expliquer tous les phénomènes de structure, failles, soulèvements, effondrements, circonvolutions, indépendamment de la contraction du volume de la Terre. Voir part. *Op. cit.*, pp. 786-799.

(34) *The origin of Mountains Ranges, considered experimentally, structurelly, dynamically, and in relation to their geological History*. London, 1886.

(35) *Op. cit.*, pp. 115-116.

(36) Ainsi, par exemple, en mettant en jeu pour expliquer les contournements des terrains une force comme la dilatation, qui siège en chaque particule des masses remuées, M. Read, à mon avis, fait mieux comprendre certaines ondulations des couches qui se prolongent sur de grandes distances, que quand on invoque pour les expliquer une force extérieure agissant à la manière d'une compression tangentielle. La puissance qu'il faut attribuer à cette dernière pour remanier des masses étalées horizontalement sur de grandes surfaces est telle que, dans bien des cas, elle aurait dû, semble-t-il, broyer les roches et non les plisser.

(37) ARNOLD GUYOT. *Géographie physique comparée*. Paris, 1888, p. 34.

—

— M. le secrétaire perpétuel proclame, de la manière suivante, le résultat des concours et des élections :

CONCOURS ANNUEL DE LA CLASSE POUR 1888.

Des six questions inscrites au programme de concours pour l'année actuelle, aucune n'a été l'objet d'une réponse.

Concours extraordinaire pour la purification et le repoissonnement des cours d'eau.

La Classe des sciences de l'Académie, acceptant la proposition d'un de ses membres, qui a mis généreusement à sa disposition une somme de 3,000 francs, a ouvert un concours, en vue d'aider le Gouvernement et les Chambres législatives dans les mesures prises pour *la purification et le repoissonnement des cours d'eau.*

Trois mémoires lui ont été soumis en réponse aux questions à la fois *chimiques* et *biologiques* que comportait ce concours.

Ils portent les devises suivantes :

1° *Trutta ;*
2° *Travail et Persévérance,* et
3° *Der Fisch ein nützlich Thier jà ist,*
Drum, Hausfrau, du ihn nicht vergist.

La Classe, adoptant les conclusions des rapports des commissaires qui ont jugé ces mémoires, a décerné une

médaille d'or, de la valeur de *mille francs*, au travail écrit en allemand, portant la devise : *Trutta.* Ce travail sera publié en français, dans les recueils académiques.

Une *médaille* de la valeur de *cinq cents francs* a été votée au mémoire écrit en français et portant la devise : *Travail et Persévérance.*

Les auteurs de ces mémoires sont priés de faire savoir s'ils acceptent ces récompenses.

Prix decennal des sciences philosophiques.

Par arrêté royal du 25 octobre 1888, pris sur les conclusions du rapport du jury qui a jugé le premier concours décennal pour les sciences philosophiques, le prix de *cinq mille francs*, pour la première période (1878-1887), a été décerné à M. *Guillaume Tiberghien*, membre de la Classe des lettres de l'Académie, pour la deuxième édition de son *Introduction à la philosophie et Préparation à la métaphysique.*

ÉLECTIONS.

La Classe a eu le regret de perdre cette année un de ses membres titulaires : *Jean-Charles Houzeau*, de la section des sciences mathématiques et physiques, et deux de ses associés : *Antoine de Bary* et *Rodolphe Clausius.*

Ont été élus :

Membre titulaire, sauf approbation royale : M. *Pierre De Heen*, correspondant.

Correspondants : MM. *Ch. Fievez*, astronome à l'Observatoire de Bruxelles, et *C. Vanlair*, professeur à l'Université de Liège.

Associés : MM. le *marquis de Caligny*, correspondant de l'Académie des sciences de Paris, à Versailles; *Karl Weierstrasse*, de l'Académie des sciences de Berlin; et *Joseph Prestwich*, à Darent-Hulme (Londres).

OUVRAGES PRÉSENTÉS.

Bambeke (*Ch. Van*). — Note sur les champignons qui ont provoqué les cas d'empoisonnement observés par le Dr Pregaldino. Gand, 1888; extr. in-8° (9 p.).

Potvin (*Ch.*). — M. F.-H. Geffcken. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (14 p.).

Beneden (*P.-J. Van*). — Les ziphioïdes des mers d'Europe. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (120 p.).

Putsage (*J.*). — Études de science réelle : L'instinct et l'intelligence. — De la responsabilité. — Discussion philosophique. Mons, 1888; vol. in-8° (360 p.).

Petermann (*A.*). — Essais sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique des scories de déphosphoration. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (32 p.).

Meunier (*F.*). — Tableau dichotomique pour servir à l'histoire naturelle des chrysides que l'on rencontre aux environs de Bruxelles. 1888; extr. in-8° (6 p.).

Snyers (*Paul*). — De l'emploi du calomel comme diurétique Liège, 1888; in-8° (8 p.).

Wauwermans (*Le général*). — Napoléon et Carnot, épisode de l'histoire militaire d'Anvers (1803-1815). Bruxelles, 1888; in-8° (264 p., pl.).

Van der Stricht (*O.*). — Recherches sur la structure de la substance fondamentale du tissu osseux. Liège, 1889; extr. in-8° (27 p., pl.).

Grétry. — OEuvres, 8e livr. : morceaux inédits de l'opéra Anacréon chez Polycrate. Leipzig et Bruxelles [1888]; in-4°.

Preudhomme de Borre (*A.*) — Liste des passalides recueillies en 1872... au Brésil. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (2 p.).

— Sur le Bembidium... et les formes voisines. Bruxelles, 1888; extr. in-8° (6 p.).

Kayser (*A.*). — Rapport sur les travaux du Comité local de salubrité publique, 1887-88. Bruxelles, 1888; in-8° (9 p.).

Genard (*P.*). — Antwerpsch archievenblad, deel XVI, 2de en 3de aflevering. Anvers, 1888; in-8°.

Beltjens (*Gustave*). — Des libéralités faites en faveur des établissements publics, des communautés religieuses, et par personnes interposées, au point de vue des articles 910 et 911 du Code civil. Bruxelles, 1888; in-8° (63 p.).

De Quéker (*K.-H.*) — Kaf en koorn, verzameld uit CXXVIII dichtaren. Bruxelles, 1888; in-12 (250 p.).

Firket (*Ad.*). — Minéraux artificiels pyrogénés : Fayalite. Liège, 1887; extr. in-8° (10 p.).

— Alluvions modernes de la vallée de la Meuse à Liège. Liège, 1887; extr. in-8° (10 p.).

Lecointe (*Léon*). — Nouveau cours de géométrie élémentaire. Paris [1888]; vol. in-8° (216 p.).

Lecointe (*Léon*). — Précis d'arithmétique, 5ᵉ édition. Paris, Bruxelles, etc., 1889; vol. in-8° (164 p.).

— Cours de trigonométrie rectiligne et sphérique, 3ᵉ édition. Paris, Bruxelles, etc., 1889; vol. in-8° (203 p.).

Pelseneer (*Paul*). — Sur l'épipodium des mollusques. Paris, 1888; extr. in-8° (18 p., 1 pl.).

Vander Haegen (*F.*). — Bibliotheca Belgica, livraisons 87-89.

Bibliothèque Gillon.

Pergameni (*H.*). — Le secret de Germaine, 2ᵉ éd. Verviers, 1886; pet. in-8° (112 p.).

Deros (*Mme F.*) [*Violette*]. — La famille Gerclin ou les victimes des préjugés, 2ᵉ éd. Verviers; pet. in-8° (96 p.).

Flammarion (*Camille*). — Tableau de l'astronomie, 3ᵉ mille. Verviers; pet. in-8° (131 p.).

Lemonnier (*Camille*). — En Brabant. Verviers, 1884; pet. in-8° (97 p.).

Linge (*Édouard de*). — Hermann et Dorothée, poème de Gœthe traduit en vers, 3ᵉ éd. (107 p.).

Sanceau (*C.-A.*). — La faim et la soif, 2ᵉ éd. (96 p.).

Gravrand (*Ferdin.*). — De Bruxelles à Venise, 3ᵉ éd. Verviers (112 p.).

Gilon (*Ernest*). — Nos dents. (118 p.).

Driessche (*E. Van*). — Ce que peut une jeune fille (traduit du flamand par Ed. Barlet), 2ᵉ éd. (110 p.).

Lyon (*Clément*). — L'homme de verre, 2ᵉ éd. (98 p.).

Chalon (*J.*). — En attendant bébé (90 p.).

Küntziger (*J.*). — Nos luttes contre l'intolérance et le despotisme du XVIᵉ siècle, 2ᵉ éd. (131 p.).

Leclercq (*Émile*). — A quelque chose malheur est bon, 2ᵉ éd., 1885 (128 p.).

Wellmer (Arnold). — La chasse au mari (traduit de l'allemand par Auguste Lavallé), (90 p.).

Duverger (Arthur). — L'inquisition en Belgique. Verviers, 1887; pet. in-8° (125 p.).

Lefèvre (Victor). — Huit jours en Allemagne, 2ᵉ éd. (100 p.).

Pergameni (H). — Dix ans d'histoire de Belgique, 2ᵉ éd. (102 p.).

De Bruycker (Pol.). — Les glaciers, 2ᵉ éd. (100 p.).

Lemonnier (Cam.). — Les bons amis, nouv. éd. (96 p.).

Chalon (J.). — Aux pyramides, 2ᵉ éd. (96 p.).

Croquet (Frédéric). — La Constitution belge commentée, 2ᵉ éd., 1888 (245 p.).

Richard (Henri). — La santé de l'enfance, 3ᵉ éd. (100 p.).

Testard (Henri). — Théodore Parker, sa vie et son œuvre (116 p.).

Bruneel (Alfred). — Constantinople et Athènes (104 p.).

Richald (H.). — De la nourriture de l'homme (96 p.).

Lemonnier (Cam.). — Trois contes (94 p.).

De Grave (Félix). — Chapuis décapité à Verviers (112 p.).

Lallemand (A.) et *Piters (A.).* — 1830-1880 : extraits des œuvres patriotiques des poètes belges (94 p.).

Juste (Théodore). — Les jésuites (120 p.).

Van de Wiele (Marguerite). — Le roman d'un chat, 2ᵉ éd., 2 vol. (133 + 122 p.).

Corbisier (Ch.) — Mes voyages dans les deux Amériques, Nord et Sud, 2ᵉ éd. (94 p.).

Van Driessche (E.). — Monsieur Cinq-pour-cent (traduit du flamand par Ed. Barlet) (99 p.).

Goblet d'Alviella (Comte). — Comment je n'allai pas en Espagne (110 p. avec une carte).

Robert (Henri). — Le corps humain, 2ᵉ éd. (108 p.).

Gilon (Ernest). — Chez les sauvages, 2ᵉ éd. (101 p.).

Leclercq (Émile). — Fleurs de jeunesse, 2ᵉ éd. (103 p.).

Mallet (Georges). — Les terres, 2ᵉ éd. (118 p.).

Chalon (*J.*). — Mes vacances en Suisse, 2ᵉ éd., Verviers, pet. in-8°, 1887 (119 p.).

Gilon (*Ernest*). — Le pétrole, 2ᵉ éd. (101 p.).

Fredericq (*Le Dr*). — Avant l'arrivée du médecin : les accidents. Ouvrage couronné (132 p.).

de Laveleye (*Ém.*). — Les États-Unis, tomes I et II (96 + 96 p.).

Combes (*Paul*). — Bleu-de-ciel et Pervenchette (98 p.).

De Blocq (*Léopoldine*). — Histoire de l'Océan (97 p.).

Fredericq (*Le Dr*). — Hygiène populaire, tomes I et II (104 + 108 p.).

Greyson (*Émile*). — Bons ou mauvais au choix. 2ᵉ éd. (95 p.).

Geiregat (*Pierre*). — Récits gantois (traduits par Jan Leysemuer) (96 p.).

Combes (*Paul*). — Les idées d'un vieux rat (107 p.).

Geiregat (*Pierre*). — Douleurs et joies du peuple (traduction du flamand par J. Elseni et F. Gueury) (112 p.).

Desoer (*Emmanuel*). — Le Salzkammergut (106 p.).

Combes (*Paul*). — Contes d'un apothicaire (105 p.).

Deros (*Mme F.*) [*Violette*]. — Les histoires de tante Julienne. Verviers; pet. in-8° (110 p.).

Gance (*René*). — Un jeune poète à Paris (110 p.).

Malaise (*C.*). — Simples causeries sur la botanique (101 p.).

Bahlenbeck (*Charles*). La Belgique et les garnisons de la Barrière (106 p.).

Potvin (*Ch.*) et *Frenay* (*Félix*) — Essai de poésie populaire (104 p.).

Mauric (*J. de*). — Les jeudis de M. Toby, causeries sur l'architecture (111 p.).

Greyson (*Émile*). — Aventures en Flandre (104 p.).

Hymans (*Louis*). — Confucius, le moraliste et le législateur de la Chine (99 p.).

Lafouge-Agimont (*Mme*). — Ce que se disent les poupées. Verviers ; pet. in-8° (96 p.).

Bost (*Th.*). — La liberté par l'instruction (110 p.).

Combes (*Paul*). — Ernest Gilon, édition elzévirienne ornée d'un portrait gravé sur acier, 1884 (176 p.).

Dormoy (*Léon*). — Les deux pôles de l'infini (111 p.).

Loveling (*Virginie et Rosalie*). — Scènes familières (traduction du néerlandais par J. Elseni et F. Gueury-Dambois) (103 p.).

Michiels (*Alfred*). — Memblinc, sa vie et ses ouvrages (141 p.).

De Sacher-Masoch (*L.*). — Juifs et Russes, idylles (traduction par Auguste Lavallé) (103 p.).

Hache (*F.-G.*). — Les papes et la Belgique du XVI^e^ siècle et d'aujourd'hui (135 p.).

Mauriac (*Jean de*). — L'oncle Van Beck (101 p.).

Courtmans (*M^me^*). — Tante Sidonie (traduit du flamand par J. Elseni et F. Gueury-Dambois) (111 p.).

Gueury (*Fr.*) et *Grégoire* (*Émile*). — Le sourd-muet (119 p.).

Combes (*Paul*). — Cage dorée (103 p.).

Greyson (*Ém.*). — Entre bourgeois (134 p.).

Gibbon (*Ch.*). — Contes écossais (traduction de l'anglais par Louise Juste) (103 p.).

Teirlinck-Styns. — Baas Colder (traduction du néerlandais par J. Elseni et F. Gueury-Dambois) (111 p.).

Juste (*Théod.*). — La justice des princes-évêques de Liège. Verviers; pet.-8° (103 p.).

Boulland (*E.*). — En Afrique centrale (114 p.).

Lejeune (*A.*). — Le ciel et la terre (99 p.).

Verhaeren (*Albert*). — Notes et souvenirs d'un voyage à La Plata (94 p.).

Farina (*Salvatore*). — Mon fils (traduit de l'italien par Ferdinand Gravrand) (108 p.).

Combes (*Paul*). — Le darwinisme (111 p.).

Harven (*Ém. de*). — La Nouvelle-Zélande (136 p.).

Chalon (*J.*). — Quelques expériences de chimie (104 p.).

Carlier (*Jules*). — Richard Cobden (128 p.).

Kourbsky (*A.-C.*). — Souvenirs d'un émigrant : La lutte pour l'existence (109 p.).

De Sagher (*L.*). — Les musiciens liégeois : Grétry, Gresnick, J.-N. Hamal (94 p.).

Farina (*Salvatore*). — Mon fils [suite] (traduit de l'italien par Ferdinand Gravrand) (99 p.).

Dormoy (*Léon*). — Le merveilleux dans la nature (93 p.).

Cauderlier (*Émile*). — Une excursion en Sicile (108 p.).

Poradowska-Gachet (*M*me). — Tournesol, esquisse de mœurs ruthènes (102 p.).

Bost (*Th.*). — Le père de famille (103 p.).

Farina (*Salvatore*). — Mon fils [2e suite] (traduit de l'italien par Ferdinand Gravrand) (96 p.).

Courtmans (*M*me). — La perle du hameau (traduction du néerlandais, précédée de « Un pèlerinage littéraire à Maldeghem », par J. Elseni et Gueury-Dambois) (104 p.).

Rosy (*J.-B.*). — La monnaie et les machines (111 p.).

Juste (*Louise*). — Contes honnêtes (111 p.).

Geiregat (*Pierre*). — Où gît le bonheur (traduction du néerlandais par Elseni et Gueury-Dambois) (94 p.).

Farina (*Salvatore*). — Mon fils [3e suite] (traduction de l'italien par F. Gravrand) (134 p.).

Komar (*M*lle *Mary de*). — Romans de bêtes (97 p.).

Deros (*F.*) [*Violette*]. — Pierre le hiercheur (96 p.).

Trasenster (*L.*). — L'instruction supérieure de la femme (103 p.).

Combes (*Paul*). — L'âne à Tomy (102 p.).

Pierantoni (*Grâce*), *née Mancini*. — Le manuscrit de la grand'mère, publié par sa petite-fille (traduction de l'italien par Mlles M. de Laveleye et V. Fredericq), 1884 (103 p.).

Chalon (*J.*). — Le monde tel qu'il est (132 p.).

Baring (*W.-F.*). — L'Anglais chez lui : Les institutions politiques, 1884 (98 p.).

Dumas (*Léon*). — Le jardin de mon oncle (130 p.).

Lefèvre (*Ém.*). — Lettres à mon fils (128 p.).

Bost (*Th.*). — La solidarité, 1885 (97 p.).

Combes (*Paul*). — Les chargeurs de thé, 1885 (110 p.).

Pergameni (*H.*). — Le feu, 1885 (96 p.).

Farina (*Salvatore*). — Cheveux blonds (traduction de l'italien par Amélie van Soust de Borkenfeldt) (254 p.).

Combes (*Paul*). — Nos cousins : les animaux, 1885 (110 p.).

Baring (*W.-F.*). — L'Anglais chez lui : La vie mondaine, 1885 (103 p.).

Combes (*Paul*). — Le Hanneton (114 p.).

Potvin (*Ch.*). — Les Artevelde, 1885 (99 p.).

Combes (*Paul*). — L'atoll, 1885 (111 p.).

Micheels (*Jean*). — Benjamin Franklin (traduction du néerlandais par Elseni et Gueury-Dambois), 1885 (100 p.).

Dumas (*Léon*). — Le pays du café, 1885 (109 p.).

Juste (*Louise*). — Le malheur de l'Irlande, 1885 (102 p.).

Combes (*Paul*). — La grotte aux hirondelles, 1885 (119 p.).

Combes (*Paul*). — Les systèmes de votation des peuples libres, 1885 (98 p.).

Sluys (*A.*). — L'enseignement des travaux manuels dans les écoles primaires de garçons (125 p.).

Flammarion (*Cam.*). — Les tremblements de terre. Verviers; pet. in-8°, 1886 (101 p.).

Franck (*L.*). — Victor Hugo, 1886 (116 p.).

Laveleye (*Ém. de*). — La crise et ses remèdes, 1886 (94 p.).

Mahutte (*Franz*). — Contes microscopiques, 1886 (110 p.).

Goblet d'Alviella. — Histoire religieuse du feu, 1887 (109 p.).

Meunier (*Stanislas*). — L'esprit scientifique à travers les âges, 1887 (111 p.).

Raiberti (*Giov.*). — Le voyage d'un ignorant à Paris, recette contre l'hypocondrie (traduit de l'italien par F. Gravrand), 1887 (205 p.).

Hocart (*James*). — Deux éclipses de la liberté, 1887. Verviers; pet. in-8° (93 p.).

Laveleye (*Ém. de*). — Le luxe, 1887 (133 p.).

Flammarion (*Cam.*). — Variétés scientifiques, 1887 (109 p.).

Zschokke (*H*). — Fleurette, ou le premier amour d'un roi (traduit par Mlle Mary de Komar), 1887 (112 p.).

Hirsch (*Max*). — Les associations ouvrières et le socialisme (traduction de l'allemand par M. Philippson), 1887 (96 p.).

Picard (*Edmond*). — La forge Roussel, 4e éd., 1887 (116 p.).

Poulanges (*Jeanne de*). — Tout à bébé, 1886 (101 p.).

Duren (*Eugène de*). — Autour de mon jardin, 1887 (257 p.).

Wright (*Miss Guktrie*). — La cuisine (traduction de l'anglais par Louise Juste), 1887 (124 p.).

Leclercq (*Ém.*) — Gaillard, frère et sœur, 1888 (112 p.).

Combes (*Paul*). — L'amock, aventures de deux pilotins, 1888 (111 p.).

Juste (*Th.*). — Napoléon Ier, 1888 (112 p.).

Bordeu (*Ch. de*). — La Marie bleue, nouvelle basque, 1888. Verviers; pet. in-8° (112 p.).

Komar (*Mlle Mary de*). — Journal d'une enfant, scènes de la vie de pension, 1888 (112 p.).

Pergameni (*H.*). — Le mariage d'Ango, 1888 (124 p.).

Juste (*Théod.*). — Napoléon III, comment on cesse d'être empereur, 1888 (110 p.).

Laurent (*F.*) — Le livre de l'épargne, 3e éd. Verviers (116 p.).

Bosth (*Th.*). — Du véritable honneur (103 p.).

Hall (*Misstress S.-C*). — Contes anglais (95 p.).

Leclercq (*Émile*). — Contes populaires, 2e éd. (96 p.).

Bruneel (*Alfred*). — Damas. Jérusalem. Suez (103 p.).

Teirlinck-Styns. — Six nouvelles (traduites du flamand par Elseni et Gueury) (93 p.).

Deros (*F.*). — Les mésaventures de Rosine (104 p.).

Commissions médicales provinciales. — Rapports sur leurs travaux pendant 1887. Bruxelles, 1888; in-8°.

Vlaamsche Academie van taal- en letterkunde, Gent. — Jaarboek, 1888; in-8°.

Académie d'archéologie de Belgique. — Bulletin, 4e sér. des Annales, XV, XVI. Annales, t. XLII et XLIII. Anvers; in-8°.

Académie royale de médecine de Belgique. — Procès-verbaux des séances, 1888. Bulletin, 1888. Mémoires couronnés, t. VIII, 3e à 5e fasc. Mémoires in-4°, t. VIII, fasc. 2-5.

Analecta Bollandiana, t. VI, 4; VII, 1, 3. Bruxelles, 1887-88; in-8°.

Annales des travaux publics, t. XLV, 4. In-8°.

Ministère des Affaires Étrangères — Recueil consulaire, t. LXI à LXIII. Bruxelles; in-8°.

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. — Bulletin, t. V, 1. Bruxelles; in-8°.

Observatoire royal de Bruxelles. — Annuaire pour 1889.

Société d'émulation, Bruges. — Annales, 4e série, X, 1-3. In-8°.

Cercle archéologique de Mons. — Bulletins, 5e série, n° 3.

Allemagne et Autriche-Hongrie.

Sternwarte, Kiel. — Untersuchungen über das Cometensystem, 1843 I, 1880 I, und 1882 II, 1. Teil (H. Kreutz). Aequinoctium für 1860, 0 (E. Lamp). In-4°.

Verein für Erdkunde, Halle. — Mitteilungen, 1888. In-8°.

Senckenbergische naturf. Gesellschaft. — Bericht, 1888. In-8°.

Nehring (A.). — Ueber den Charakter der Quartärfauna von Thiede, bei Braunschweig. Stuttgart, 1888; extr. in-8° (30 p.).

Bauernfeind (*Max von*). — Das bayerische Praecisions-Nivellement, 7. Mitteilung. Munich, 1888; in-4°.

Eberstein (*Louis-Ferdinand Freihern von*). — Urkundliche Nachträge zu den geschichtlichen Nachrichten von dem reichsritterlichen Geschlechte Eberstein vom Eberstein auf der Rhön, fünfte und sechste Folge. Berlin, 1885-87; 2 vol. pet. in-4°.

— Entwurf einer zusammenhängenden Stammreihe des freifränkischen Geschlechts Eberstein, von den in den ältesten Urkunden erscheinenden Vorväteren an bis zur Gegenwart. — Fehde Mangold's von Eberstein zum Brandenstein gegen die Reichsstadt Nürnberg 1516-1522, 3. Auflage. Berlin, 1887; vol. pet. in-4°.

Holtzendorff (*Franz de*) et *Rivier* (*Alph.*). — Introduction au droit des gens : recherches philosophiques, historiques et bibliographiques (édition française). Hambourg, etc., 1889; vol. in-8°.

Akademie der Wissenschaften zu Berlin. — Sitzungsberichte, 1887-1888. — Abhandlungen, 1887.

— Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen, Bd. XV und XVI.

Geographische Anstalt, Gotha. — Mittheilungen, 1888. — Ergänzungsheft, Nr 89-92. Gotha, 1888; in-4°.

Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. — Mathem. phys. Classe : *a*) Abhandlungen, Bd. XIV, 5-13; *b*) Berichte, 1887-88. Philos.-hist. Classe : *a*) Abhandlungen, Bd. X, 8, 9; und XI; *b*) Berichte, 1887-88.

K. bayerische Akademie zu München. — Histor. Classe : Abhandlungen, Bd. XVIII, 1. — Philos.-philol. Classe : Abhandlungen, Bd. XVIII, 1. — Sitzungsberichte, math., physikal. Classe, 1887-88. — Abhandlungen XVI, 2. — Monumenta Tridentina, Heft 3. — Ueber historische Dramen der Römer.

Repertorium der Physik, München, Bd. XXIV, 1888; in-8°.

Ungar. geologische Gesellschaft, Budapest. — Jahresbericht, 1886. — Mittheilungen, Bd. VIII, 6. — Zeitschrift, XVII, 7-12; XVIII, 1-4.

Geologische Reichsanstalt, Wien. — Jahrbuch, Jahrg., 1888. — Verhandlungen, 1887-1888. Abhandlungen, Bd. XI, 2.

Anthropologische Gesellschaft in Wien. — Mittheilungen, Bd. XVII, 1; XVIII, 1-3.

Akademie der Wissenschaften zu Wien. — Anzeiger, 1888. In-8°. — Mittheilungen des prähistorischen Commission, n° 1, 1887. In-4°.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum. — Annalen, III, 1-3. Vienne; in-8°.

—

Amérique.

U. S. geological Survey, Washington. — Monographs, vol. XI. In-4°.

Museu nacional do Rio de Janeiro. — Archivos, vol. VII. In-4°.

Smithsonian Institution. — Miscellaneous collection, vol. XXXII and XXXIII.

New-Orleans Academy of sciences. — Papers, 1887-88. In-8°.

New-York Academy of sciences. — Transactions, vol. VII, 3-8. Annals, IV, 5-8. In-8°.

Geological survey of Pennsylvanie. — Annual report, part IV, with atlas. Northern coal field atlas, part 2.

Kansas Academy of science. — Transactions, vol. X, 1885-86. Topeka, Kansas, 1887; in-8°.

Essex Institute, Salem. — Historical collections, vol. XXIII and XXIV. Bulletin, vol. 19.

Estado de Puebla. — Boletin de Estadistica, tomo I; II, 1-3, 1887-88. In-folio.

The american naturalist, vol. XXII, n^os 253-257. Philadelphia.

Boletin mensual de estadistica municipal, ano I, 1887, julio-deciembre; ano II, 1888. Buenos-Ayres ; in-8°.

John Hopkins University, Baltimore. — American chemical journal, vol. X, 2, 3. — American journal of philology, vol. VIII, 4. — American journal of mathematics, vol. X, 2-3. — Circulars, n^os 60-65. — Studies from the biological laboratory, vol. IV, 3. — Studies in historical and political science, 5^th series, XII — History of coöperation in the United States.

Boston Society of natural history. — Memoirs, vol. IV, 1-6.

American Academy of arts and sciences, Boston. — Proceedings, XXIII, 1. — Memoirs, vol. XI, part. 5, n^os 6 and 7.

Museum of comparative zoölogy, at Harvard College, Cambridge. — Bulletin, vol. XIII, 7-10; XIV; XV; XVI, 1; XVII, 1. — Annual Report for 1887-88.

Astronomical Observatory of Harvard college, Cambridge. — Annals, vol. XIII, 2. — 42^th and Annual report.

Sociedad de geografia... mexicana. — Boletin, tomo I, 1 y 2.

Department of the Interior, Bureau of Education, Washington. — Report, 1885-86. Circular of education, n° 3, 1887.

Academia nacional de ciencias en Cordoba. — Boletin, t. X, 1, 2; XI, 1, 2. Actas, V, 3.

Estados Unidos Mexicanos. — Informes y documentos relativos a comercio, agricultura e industrias, 1887, agosto-diciembre; 1888. Mexico; in-8°

Sociedad cientifica « Antonio Alzate ». — Memorias, tomo I, 1-12; II, 2 Mexico; in-8°.

War Department, Washington, Signal Office. — Summary of international meteorogical observations, 1887-88.

American philosophical Society, Philadelphia. — Proceedings, vol. XXIV, n° 126. — Transactions, XVI, 2.

—

France.

Chavée-Leroy. — Le peronospora ou la brûlure des vignes en 1888. Laon, 1888 ; extr. in-4°.

Fort (J.-A.). — Nouveaux faits confirmant l'efficacité de l'électrolyse linéaire dans le traitement des rétrécissements de l'urètre, procédé rapide et inoffensif. 2me mémoire. Paris, 1888 ; in-8° (30 p.).

Nadaillac (le Mis de). — L'origine et le développement de la vie sur le globe. Paris, 1888 ; extr. in-8° (74 p.).

Dareste (Rodolphe). — Études d'histoire du droit. Paris, 1888 ; vol. in-8°.

Pascaud (Henri). — De l'indemnité à allouer aux individus indûment condamnés ou poursuivis en matière criminelle, correctionnelle ou de police. Paris, 1888 ; extr. in-8° (46 p.).

Worms (Émile). — De la propriété consolidée ou tableau historique et critique de tous les systèmes les plus propres à la sauvegarde de la propriété foncière et de ses démembrements. Paris, 1888 ; vol. in-8°.

Daly (César). — Revue générale de l'architecture et des travaux publics, 1888. In-4°.

de Witte (le baron J.) et Lasteyrie (Robert). — Gazette archéologique, 1888. Paris ; in-4°.

Académie d'Hippone. — Comptes rendus, Bulletin, n° 22, fasc. 3 et 4 ; n° 24. Bone ; gr. in-8°.

Académie de médecine, Paris. — Bulletin, 1888. Paris ; in-8°.

Académie des inscriptions, Paris. — Comptes rendus des séances de l'année 1888. In-8°.

Académie des sciences, Paris. — Comptes rendus des séances, 1888. In-4°.

Ministère de l'Instruction publique à Paris. — Bulletin du comité des travaux historiques et scientifiques : (*a*) section d'histoire et de philologie, 1887; (*b*) archéologie, 1887, 1-3; 1888, 1; (*c*) sciences économiques et sociales, 1887; (*d*) de géographie historique et descriptive, 1886-1888.

— Collection des anciens alchimistes grecs (Berthelot) 1re et 2me livr. Paris; in-4°.

— Revue des travaux scientifiques, t. VII, n° 12; VIII, 1.

Musée Guimet. — Annales, tomes X, XIII et XIV. Revue de l'histoire des religions, t. XVI et XVII. Paris.

Répertoire universel de médecine dosimétrique, 1888, août. Paris; in-8°.

Société des sciences naturelles, Rouen. — Bulletin, 1887, 2e semestre, in-8°.

Société archéologique du Midi de la France, Toulouse. — Bulletin, nelle série, n° 4. Série in-8°, n° 1. — Mémoires, t. XIV. 2e livraison.

GRANDE-BRETAGNE, IRLANDE ET COLONIES BRITANNIQUES.

Department of Mines: Geological Survey of N. S. Wales. — Memoirs, palaeontology, n° 1. — Annual report, 1886. Sydney; 2 cahiers in-4°.

South african philosophical Society, Cape Town. — Transactions, vol. V, 1. Le Cap, 1888; in-8°.

Royal Society of N.S. Wales. — Journal and proceedings, vol. XXII, part I, 1888. Sydney; in-8°.

Royal Society of Canada. — Proceedings and Transactions, vol. V. Montreal, 1888, vol. in-4°.

Philosophical Society of Glasgow. — Proceedings, vol. XIX. In-8°.

Royal Society of Victoria. — Transactions and proceedings, vol. XXIV, 1 and 2. Melbourne; in-8°.

Asiatic Society of Bengal. — Proceedings and Journal (1888), parts I, II. — Bibliotheca Indica : new series, nos 623-684; old series, nos 263, 264. Calcutta; in-8°.

Geological Survey of India, Calcutta. — Records, vol. XX, 4; XXI, 1, 2, 3. — Memoirs in-8°, XXIV, 1. — A Manuel of the geology of India, part 4. — Memoirs in-4°: ser. X, vol. IV, 3; ser. XIII, vol. I, part. 7.

Meteorological Department of the Government of India, Calcutta. — Indian meteorological Memoirs, vol. III, 2. — Report on the meteorology of India in 1886-87.

Cambridge philosophical Society. — Proceedings, vol. VI, 3. Transactions, vol. XIV, 2.

Geological Society of Ireland. — Journal, vol. XVII, part, 2; Dublin, 1888; in-8°.

Botanical Society, Edinburgh. — Transactions and proceedings, vol. XVII, 1. In-8°.

Observatory, Greenwich. — The Nautical almanac and astronomical ephemeris for the year 1892. Londres, 1888; vol. in-8°.

Society of antiquaries of London. — Proceedings, second series, vol. XI, 4. — Archaeologia, vol. L, part 2; LI, part 1.

Royal Institute of britisch architects, London. — Proceedings, 1888. — Transactions, new series, IV. Londres; in-4°.

Royal Institution of Great-Britain. — Proceedings, XII, 1.

Royal asiatic Society of Great Britain and Ireland, London. — Journal, vol. XIX, 1, 2; XX, 1, 2. — Journal of the China branch, XXII, 1-6.

Royal Society, London. — Transactions, vol. 178, 1 and 2. Proceedings, 1888. — The eruption of Krakatoa.

Zoological Society, London. — Proceedings, 1887-1888. — Transactions, vol. XII, 7.

Natural history Society of Montreal. — The canadian record of science, vol. III, 1, 2, 3; in-8°.

Institute of mining and mechanical engineers. — Transactions, 1888. Newcastle-upon-Tyne; in-8°.

Canadian Institute, Toronto. — Proceedings, vol. V, 2; VI, 1. Annual report, 1887.

Italie.

[*Canonico* (*T.*)]. — Progetto di codice penale : relazione della commissione speciale del senato d'Italia. Rome, 1888; vol. in-4°.

Zigno (*Achille de*). — Antracoterio di Monteviale, memoria. Venise, 1888; in-4° (13 p., pl.).

— Nuove aggiunte alla ittiofauna dell' epoca eocena. Venise, 1888; in-4° (24 p., pl.).

— Sopra uno scheletro fossile di myliobates. Venise, 1888; extr. in-4° (13 p., pl.).

Stazioni agrarie e laboratori di chimica agraria, Roma. — Le stazioni sperimentali agrarie italiane, vol. XIV, 1, 2, 3.

Società veneto-trentino di scienze naturali. — Bullettino, 1888; t. IV, 2. Padoue.

R. Accademia delle science di Torino. — Atti. vol. XXII.

Pays-Bas, Luxembourg et Indes Néerlandaises.

Halbertsma (*Justus*). — Lexicon Frisicum (A-Feer). La Haye, 1876; vol. in-8°.

Eeden (*F. W. Van*). — Flora batava, aflevering 275-282. Leyde; in-4°.

Verwijs en Verdam (*Dr J.*). — Middelnederlandsch woordenboek, deel II, 9de tot 16de aflevering, La Haye, 1888; in-8°.

De dietsche Warande, nieuwe reeks, eerste jaargang, nos 2-5. Gand, La Haye, 1888; in-8°.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen, Batavia. — Tijdschrift, deel XXXII, 1. Notulen, deel XXV, 2-4. — Catalogus der archeologische en numismatische verzameling. — Dagh-register gehouden int Kasteel Batavia (1653).

École polytechnique, Delft. — Annales, 1888. Leyde; in-4°.

Jardin botanique de Buitenzorg. — Annales, vol. VII, 2; In-8°.

Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlansch-Indië. — Bijdragen, 5de reeks, III, 1-4; IV, 1. Reis in Oost- en Zuid-Borneo, 2de gedeelte. La Haye; in-8°.

Société hollandaise des sciences, Harlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, t. XXII, 4 et 5; XXIII, 1.

Dierkundige vereeniging. — Tijdschrift, II, 1 en 2. Leyde, 1888; in-8°.

—

Russie.

Université de Saint-Pétersbourg. — Catalogus alphabeticus librorum. 1888; in-8°.

Yarkovski (*Jean*). — Hypothèse cinétique de la gravitation universelle, en connexion avec la formation des éléments chimiques. Moscou, 1888; in-8° (140 p.).

Société impériale des amis d'histoire naturelle, etc. — Catalogue, I-IV. Moscou; in-8°.

Société des naturalistes de la Nouvelle-Russie. — Mémoires, t. XII, 2; XIII, 1; t. XV, 3-5. Odessa, 1888; in-8°.

Société impériale des naturalistes de Moscou. — Bulletin, 1887, 4. — Nouveaux mémoires, t. XV, 3-5.

Académie des sciences de Saint-Pétersbourg. — Mémoires, t. XXXV, nos 8-10. Bulletin, 1888. — Repertorium für Meteorologie, Band X; Supplementband, V; Band XI. In-4°.

Comité géologique à Saint-Pétersbourg. — Mémoires, vol. II, nos 4 et 5; III, 3; V, 2-4; VI; VIII, 1, 2. — Bulletin, 1888.

—

Suède, Norwège et Danemark.

Académie royale de Copenhague. — Mémoires : Classe des lettres, vol. II, nos 1-3; Classe des sciences, 6e série, vol. IV, 6-7. Oversigt, 1888.

Société des antiquaires de Copenhague. — Aarboger, 1887, 4; 1888, 2. Mémoires, 1887.

Régime des alcools en Suède publié par le bureau royal du contrôle et de la vérification. Stockholm, 1888; in-8° (67 p.).

Bergens Museum. — Aarsberetning for 1887. In-8°.

—

Suisse.

Bibliothèque universelle : Archives des sciences physiques et naturelles, 1888. Genève.

Astronomische Mittheilungen (R. Wolf), LXXI. Zurich; in-8°.

Société vaudoise des sciences naturelles. — Bulletin, nos 97 et 98. Lausanne; in-8°.

—

PAYS DIVERS.

Imperial University of Japan. — The calendar for 1888-89. — Journal of the college of sciences, vol. II, 2-4. — Mittheilungen aus der medicinische Facultät, Band I, nos 1 und 2. Tokyo, 1888; in-4°.

Deutsche Gesellschaft für Natur-und Völkerkunde Ost-asiens. — Mittheilungen, Heft 38, 40. Yokohama, 1888; in-4°.

Seismological Society of Japan. — Transactions, vol. XI, XII. Tokyo.

Société khédivale de géographie, Le Caire. — Bulletin, 2e série, supplément. In-8°.

Schweizer. naturf. Gesellschaft. — Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 24. Lieferung. Bern, 1888; vol. in-4°.

Jornal de sciencias mathematicas e astronomicas (F. Gomes Teixeira), vol. VIII, 2-6. Coïmbre; in-8°.

—

En outre, durant l'année 1888, l'Académie a reçu les recueils cités ci-après, ainsi que les publications des Sociétés savantes dont les noms suivent :

Anvers. *Société de géographie. — Société de médecine. — Société de pharmacie.*

Bruxelles. *L'Abeille, revue pédagogique. — Annales de médecine vétérinaire. — Annales d'oculistique. — Association belge de photographie. — Bibliographie de la Belgique. — Ciel et Terre. — Commission royale d'histoire. — Commissions royales d'art et d'archéologie. — Moniteur industriel belge. — Institut de droit international et de législation comparée. — Presse médicale belge. — Sociétés d'Anthropologie, centrale d'Architecture, de Botanique, d'Électriciens, Entomologique,*

de Géographie, Malacologique, de Microscopie, de Médecine publique, de Numismatique, de Pharmacie, des Sciences médicales et naturelles. — Société scientifique.

Charleroi. *Société paléontologique et archéologique.*

Enghien. *Cercle archéologique.*

Gand. *Messager des sciences historiques — Revue de l'instruction publique — Société de médecine.*

Liège. *L'Écho vétérinaire. — Le Scalpel. — Société des Bibliophiles liégeois. — Société médico-chirurgicale.*

Namur. *Société archéologique.*

Nivelles. *Société archéologique.*

Saint-Nicolas. *Cercle archéologique.*

Tournai. *Société historique et littéraire.*

Berlin. *Deutsche chemische Gesellschaft. — Geologische Gesellschaft. — Gesellschaft für Erdkunde. — Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. — Physiologische Gesellschaft.*

Halle. *Naturwiss. Verein für Sachsen und Thüringen.*

Iéna. *Medic.-naturwissenschaftliche Gesellschaft.*

Leipzig. *Astronomische Gesellschaft. — Archiv der Mathematik und Physik. — Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. — Zoologischer Anzeiger.*

Marbourg. *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie.*

Strasbourg. *Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.*

Wurzbourg. *Physikal.-mediz. Gesellschaft.*

Buenos-Ayres. *Sociedad cientifica Argentina.*

New-Haven. *Journal of sciences and arts.*

Philadelphie. *Franklin Institute. — Historical Society. — Academy of natural sciences.*

Rio de Janeiro. *Club de Engenharia. — Observatorio. — Sociedade de geographia.*

Madrid. *Sociedad geografica. — Academia de la historia.*

Amiens. *Société industrielle — Société des antiquaires. — Société linnéenne du Nord de la France.*

Caen *Société des beaux-arts.*

Lille. *Bulletin scientifique du département du Nord. — Société géologique.*

Marseille. *Société scientifique industrielle.*

Paris. *L'Astronomie (Flammarion). — Bulletin scientifique de la France et de la Belgique (Giard). — École normale supérieure. — Journal de l'agriculture. — Le Cosmos. — La Nature. — Le Progrès médical. — Les Mondes. — Le Polybiblion. — Moniteur scientifique. — Revue britannique. — Revue des questions historiques. — Revue politique et littéraire — Revue scientifique — Revue numismatique. — Revue internationale de l'électricité. — Semaine des constructeurs. — Société nationale d'agriculture. — Société des antiquaires. — Société de biologie — Société des études historiques — Société géologique. — Société zoologique. — Société de géographie. — Société mathématique. — Société philomatique. — Société d'anthropologie. — Société météorologique.*

Saint-Omer. *Société des antiquaires de la Morinie.*

Toulouse. *Société franco-hispano-portugaise. — Société d'histoire naturelle.*

Valenciennes. *Société d'agriculture, sciences et arts.*

Édimbourg. *Royal physical Society.*

Londres. *Anthropological Institute. — Astronomical Society. — Chemical Society. — Entomological Society. — Geographical Society. — Geological Society. — Historical Society. — Institution of mechanical engineers. — Institution of civil engineers. — Institution of Great Britain. — Iron. — Numismatic Society. — Mathematical Society. — Meteorological Society. — Microscopical Society. — Nature — Statistical Society.*

Brescia. *Ateneo.*

Florence. *Società entomologica italiana. — Rivista scientifico-industriale. — Biblioteca nazionale centrale.*

Milan. *L'Industria, etc.*

Modène. *Società dei naturalisti.*

Naples. *Zoologische Station.*

Palerme. *Circolo matematico.*

Pise. *Società toscana di scienze naturali*

Rome. *Bulletin del vulcanismo italiano. — Comitato di artigliera e genio. — Ministerio dei lavori publici. — Biblioteca nazionale centrale Vittorio-Emanuele.*

Saint-Pétersbourg. *Société de géographie. — Société de chimie.*

Stockholm. *Entomologisk Tidskrift. — Nordiskt medicinsk Arkiv.*

Genève. *Société de géographie.*

Zurich. *Naturforschende Gesellschaft.*

TABLES ALPHABÉTIQUES

DU TOME SEIZIÈME DE LA TROISIÈME SÉRIE.

1888.

TABLE DES AUTEURS.

A.

Académie des sciences de l'Institut de Bologne. — Rapport de MM. Folie et Wauters sur son projet d'unification des calendriers, 5, 9.

Académie nationale de Reims. — Adresse le programme de ses concours pour 1889 et 1890, 329.

Académie royale des sciences d'Amsterdam. — Offre un exemplaire de la médaille consacrant le souvenir de la fondation J.-H. Hoeufft, 603,

Anonymes. — Rapports de MM. Pauli, Schadde, Balat et Beyaert sur le mémoire de concours concernant les caractères de l'architecture flamande du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle, 360, 364, 365; ratification des conclusions de ces rapports, 367, 379; rapports de MM. Gilkinet, le baron de Selys Longchamps et P.-J. Van Beneden sur les mémoires du Concours extraordinaire se rapportant à la conservation du poisson et au repeuplement des rivières, 660, 686, 694.

Anthone (Jules). — Envoi à l'examen de son cinquième rapport semestriel, 359; communication au Ministre de l'appréciation de ce travail, 512.

Association britannique pour l'avancement des sciences. — Session de Manchester, 2, 306; session de Bath, 3. — Voir *Julin.*

Aumale (S. A. R. le duc d'). — Voir *d'Aumale.*

B.

Bailly (Jules). — Hommage d'ouvrage, 113.
Balat (Alph.). — Rapport : Voir *Anonymes.*
Bambeke (Ch. Van). — Hommage d'ouvrages, 3, 523. — Rapports : Voir *Julin*, *Masius (Jean)*, *Vanlair.*
Beaupain (J.). — Rapports de MM. Catalan, Mansion et Le Paige sur ses recherches concernant quelques formules de calcul intégral (insérées dans les *Mémoires* in-4°), 15, 19, 392, 543, 545.
Beers (J. Van). — Annonce de sa mort, 602; discours prononcé à ses funérailles par Ch. Potvin, 605.
Beltjens (Gustave). — Hommage d'ouvrage, 604.
Beneden (Éd. Van). Rapports : Voir *De Bruyne, Julin*, *Masius (Jean)*, *Pergens.*
Beneden (P.-J. Van). — Présente, pour être imprimé dans les *Mémoires* in-8°, un travail intitulé : Histoire naturelle des Delphinides de Belgique, 394; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 524; hommage d'ouvrage, 523. — Rapports : Voir *Anonymes, De Bruyne, De Munck, De Stuers, Fraipont, Julin, Pergens*, *Tihon.* — Note bibliographique : Voir *Smets (G.)*.
Beyaert (Henri). — Rapport : Voir *Anonymes.*
Biot (Gustave). — Rapport : Voir *Vander Veken.*
Braecke (Pierre). — Lauréat (mention honorable) du grand concours de sculpture de 1888, 359 ; proclamé, 382.
Brialmont (A.). — Promu au grade de grand cordon de l'Ordre de Léopold, 2.
Briart (Alph.). — Hommage d'ouvrage, 303. — Rapports : Voir *De Munck, Fraipont* et *Tihon.*
Bute (Le marquis de). — Hommage d'ouvrage, 329.

C.

Caligny (Le marquis de). — Élu associé, 752.
Candèze (Ern.). — Rapport : Voir *Gérard.*
Canonico (Tancrède.) — Accuse réception de son diplôme, 112; hommage d'ouvrage, 604.
Catalan (Ern.). — Sur un cas particulier de la formule du binôme, 194; soumet un travail intitulé : Nouvelles notes d'algèbre et d'analyse, 524; hommage d'ouvrage, 303. — Rapport : Voir *Beaupain.*

Centre technique des électriciens brésiliens, à Rio de Janeiro. — Demande d'échange de publications, 523.

Challenger Office. — Hommage d'ouvrage, 524.

Chalon (*R.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 616.

Charles. — Dépose deux billets cachetés, 523.

Charlier (*A.*). — Lettre sur le récent tremblement de terre de l'île de Bali, 138; communication au Ministre du rapport fait sur cette lettre par A. Renard, 306.

Chevron (*L.*). — Sur quelques phosphates et arséniates doubles, 473; rapport sur ce travail par MM. Spring et Stas, 392, 393.

Clausius (*Rudolf*). — Annonce de sa mort, 302; lettre de M. Folie mentionnant les derniers travaux du défunt, 302.

Cogniaux (*Alfred*). — Sur quelques cucurbitacées rares ou nouvelles, principalement du Congo, 232; rapport sur ce travail par F. Crépin, 159; hommage d'ouvrage, 303.

Comité d'histoire et d'ethnographie de Passy (*Paris*). — Se propose de tenir des séances publique en 1888 et 1889, 277.

Congrès. — Voir *Table des matières.*

Crépin (*Fr.*). — Rend compte de la cérémonie de l'inauguration du monument élevé à feu L. Cornet, 553; les Roses aux prises avec les savants. Histoire d'une monographie (discours), 698. — Rapport : Voir *Cogniaux.*

Cumont (*G.*). — Hommage d'ouvrage, 496.

D.

Danse (*Aug.-Michel*). — Prix de six cents francs accordé à sa gravure *Le Moine,* d'après Memling, 381; rapport de la section de gravure sur ce travail, 381.

Dareste (*Rod.*). — Hommage d'ouvrage, 604.

d'Aumale (*S. A. R. le duc*). — Hommage d'ouvrage, 113.

De Bruyne (*C.*). — Hommage d'ouvrage, 303; demande à être envoyé à la station zoologique de Naples, 522; communication au Ministre des rapports faits sur cette demande par MM. Van Beneden, père et fils, Plateau et Errera, 658.

De Decker (*P.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 616.

De Heen (*P.*). — Détermination des variations que le coefficient de frottement des solides éprouve avec la température, 57; détermination des variations que le frottement intérieur de l'air pris sous diverses pressions éprouve avec la température, 195; élu membre titulaire, 752.

Delaborde (*Henri*). — Hommage d'ouvrage, 511.

Delaey (*C.-H.*). — Hommage de la troisième partie d'un travail manuscrit, 302.

de la Vallée Poussin (*Ch.*). — La cause générale des mouvements orogéniques, 718.

Delbœuf (*J.*). — Rapport : Voir *Massart*.

Demannez (*J.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 656. — Rapport : Voir *Vander Veken*.

De Munck (*Émile*). — Sollicite un subside pour aller visiter, au point de vue paléontologique, les musées de Copenhague et de Stockholm, 2; communication au Ministre des rapports faits sur cette demande par MM. P.-J. Van Beneden et Briart, 306.

De Quéker (*K.-H.*). — Hommage d'ouvrage, 604.

Deruyts (*Jacques*). — Hommage d'ouvrage, 140; sur la différentiation mutuelle des fonctions invariantes, 207; sur quelques propriétés des transformations linéaires, 576; rapports sur ces travaux par MM. Le Paige et Mansion, 149, 150, 539.

De Stuers (*F.*). — Rapport de M. P.-J. Van Beneden sur son projet de création d'un aquarium marin à Ostende, 24.

Detroz. — Hommage d'ouvrage, 496.

Dewalque (*G.*). — Rapport : Voir *Fraipont* et *Tihon*.

De Wilde. — Soumet les travaux suivants concernant : 1° l'action de l'iode sur les acides gras non saturés (contenu d'un billet cacheté), 140; 2° la transformation de l'acide oléique en acide gras saturé, 140.

De Wulf (*Charles*). — Envoi à l'examen de son premier rapport semestriel, 359.

Dierickx (*Joseph*). — Communication de son premier rapport (prix Godecharle), 359.

Donders (*F.-C.*). — Remercie pour les félicitations au sujet de son septantième anniversaire, 2; la médaille frappée à l'occasion de cette solennité est offerte à l'Académie, 139.

Droixhe (*A.*). — Sur quelques phosphates et arséniates doubles, 473; rapport sur ce travail par MM. Spring et Stas, 392, 393.

Dumercy (*Charles*). — Hommage d'ouvrage, 113.

E.

Eberstein (L.-F. von). — Hommage d'ouvrages, 604.

Errera (L.). — Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates, 458. — Rapports : Voir ***De Bruyne, Masssart, Micheels.***

F.

Faider (Ch.). — Remet pour l'*Annuaire* sa notice sur F. Tielemans, 328 ; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 616.

Ferron (Eug.) — Remis en possession du manuscrit de son mémoire sur les causes du flux et du reflux de la mer, 148; lecture des rapports faits sur ce travail par MM. Lagrange, De Tilly et Folie, 148; soumet un exposé des motifs de l'omission des forces tangentielles signalée dans le rapport précité de M. Lagrange, 303; lecture des rapports de MM. Mansion, De Tilly et Van der Mensbrugge sur son travail (déposé aux archives) concernant les équations fondamentales de la théorie de la lumière, 306.

Fétis (Éd.). — Promu au grade de commandeur dans l'Ordre de Léopold, 280. — Rapport : Voir *Verbrugge.*

Feys (E.). — Hommage d'ouvrage (Les frères Lauryn et Lernutius, 113; note sur ce fascicule, par M. Roersch, 117.

Fievez (Ch.). — Nouvelles recherches sur l'origine optique des raies spectrales, en rapport avec la théorie ondulatoire de la lumière, 81; rapports sur ce travail par MM. Spring, Stas et Houzeau, 13, 14, 15; élu corrrespondant, 752.

Firket (Ad.). — Hommage d'ouvrage, 524.

Folie (F.). — Note sur le coup de foudre qui a frappé l'Observatoire de Bruxelles, le 23 juin 1888, 28; mentionne les derniers travaux dont s'est occupé feu R. Clausius, 302; sur les formules de réduction des circompolaires en ascension droite et en déclinaison (suite), 312. — Rapports : Voir ***Académie des Sciences de l'Institut de Bologne, Ferron, Niesten, Prinz, Thiry.***

Fraikin (Ch.). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 656.

Fraipont (J.). — Soumet un travail intitulé : Explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne : I. La grotte du Docteur, 140; rapports

de MM. Dewalque, Briart et P.-J. Van Beneden, sur ce travail qui figurera dans le recueil des *Mémoires* in-8°, 525, 537, 538.

François (Louis-Alph.). — Annonce de sa mort, 280.

Francotte (P.). — Hommage d'ouvrage, 139.

G.

Gérard (Eric). — Sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie, 323; rapport sur ce travail par MM. Spring et Candèze, 311, 312.

Gevaert (F.-A.). — Rapports : Voir *Heckers, Meerens*.

Gilkinet (Alf.) — Rapports : Voir *Anonymes, Micheels*.

Gilon (Ern.) — Hommage de 150 volumes de la *Bibliothèque Gilon*, 604

Giovanni (V. di). — Hommage d'ouvrages, 113, 329; note par M. Le Roy sur sa brochure intitulée : Giordano Bruno e le fonti delle sue doctrine, 114.

Gluge (Th.). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 524.

Goblet d'Alviella (le comte Eug.). — Le Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes, 333; recherches sur l'histoire du globe ailé hors de l'Égypte, 623.

Goedseels (E.). — De la longueur d'une ligne, 86; rapport sur ce travail par M. Mansion, 20.

Gosselet (J.). — Hommage d'ouvrage (L'Ardenne), 303; note sur ce volume par M. Malaise, 305.

Gouvernement hollandais. — Hommage d'ouvrage (livraisons du Musée de Leyde), 113.

Grafé (A.). — Soumet un Essai de psychologie expérimentale (Étude sur quelques paralysies d'origine psychique), 495.

Grégoir (Édouard). — Hommage d'ouvrage, 367.

H.

Harlez (Ch. de). — Remercie pour son diplôme de membre titulaire, 112; des croyances religieuses des premiers Chinois (travail inséré dans les *Mémoires* in-8°), 125; soumet un mémoire intitulé : Le Yih King, 329; lecture des rapports faits par MM. Le Roy, Lamy et Willems sur ce travail destiné aux *Mémoires* in-4°, 616.

Heckers (*Pierre*), — M. le Ministre demande s'il a reçu les instructions de voyage nécessaires, 359; avis exprimé sur cette demande par M. Gevaert, 367.

Henrard (*P.*). — Chargé d'écrire pour l'*Annuaire* la notice de Th. Juste, 328. — Note bibliographique : Voir *Wauwermans.*

Herlant (*A.*) — Hommage d'ouvrage, 303.

Héron-Royer. — Hommage d'ouvrages, 3.

Herpin (*Luce*). — Hommage d'ouvrages, 113.

Holtzendorff (*Franz de*). — Hommage d'ouvrage (Introduction au droit des gens), 604; note sur ce volume par G. Rolin-Jaequemyns, 611.

Horta (*Victor*). — Mention très honorable accordée à son projet de phare, 381; rapport de la section d'architecture sur ce travail, 380.

Houzeau (*J. Ch.*) — Rapports : voir *Fievez, Niesten.* — Annonce de sa mort, 138; discours prononcé à ses funérailles par J. Liagre, 141.

Hove (*G. Van*). — Lauréat (second prix) du grand concours de sculpture de 1888, 359; proclamé, 382.

Huberty (*E.-J.*) — Remis en possession de son manuscrit concernant plusieurs théorèmes, 390.

Hymans (*Henri*). — David Teniers le jeune (1610-1690), 282; notice sur Jacques Jordaens, lecture destinée à la « Biographie nationale », 656; remet pour l'*Annuaire* sa notice sur Nicaise De Keyser, 360.

J.

Julin (*Ch.*). — M. le Ministre adresse son rapport sur les travaux du Congrès de l'Association britannique, tenu à Manchester en 1887, 2; communication au Ministre des appréciations de ce rapport, faites par MM. Van Beneden, père et fils et Van Bambeke, 306.

Juste (*Théodore*). — Annonce de sa mort, 328; discours prononcé à ses funérailles par Ch. Piot, 330.

K.

Kervyn de Lettenhove (*Le baron J.-B.-M.-J.*). — Hommage d'ouvrage, 496.

Kolliker (*A.*). — Hommage d'ouvrage, 139.

L.

Lagae (*Jules.*) — Grand prix du grand concours de sculpture de 1888, 359 ; proclamé, 382.

Lagrange (*Ch.*). — Note contenant la vérification numérique d'une formule relative à la force élastique des gaz, 171. — Rapport : Voir *Ferron.*

Lallemand (*Léon.*). — Accuse réception de son diplôme d'associé, 112.

Lamy (*T.-J.*). — Rapport : Voir *Harlez* (*de*).

Leboucq (*H.*). — Hommage d'ouvrage, 303.

Lebrun (*Paul*). — Invité à prendre des dispositions pour l'exécution de sa cantate, 358; exécution de sa cantate, 382.

Lechalas (*Georges*). — Hommage d'ouvrage, 140.

Lecointe (*Léon*). Hommage d'ouvrages, 524.

Leconte (*Félix*). — Dépose trois plis cachetés, 302, 390, 523.

Le Paige (*C.*). — Rapports : Voir *Beaupain, J. Deruyts.*

Le Roy (*Alph.*). — Rapports : Voir *Harlez* (*de*), *Zanardelli.* — Note bibliographique : Voir *Giovanni* (*V. di*).

Liagre (*J.-B.-J.*). — Discours prononcé aux funérailles de J.-C. Houzeau, 141 ; chargé de faire la notice du défunt, 138. — Rapport : Voir *Niesten.*

Loomans (*Ch.*). — Le huitième centenaire de l'Université de Bologne, 126.

Lucchini (*Luigi*). — Accuse réception de son diplôme d'associé, 112.

M.

Mailly (*Éd.*). — Lecture des rapports de MM. Wauters, Piot et Stecher sur son travail concernant la Société de littérature de Bruxelles (1800-1823), inséré dans le recueil des *Mémoires* in-8°, 125 ; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 524.

Malaise (*C.*). — Note bibliographique : Voir *Gosselet.*

Mansion (*Paul*). — Rapports : Voir *Beaupain, J. Deruyts, Ferron, Goedseels.*

Marchal (*Le cheva. Edm.*). — Remet pour l'*Annuaire* ses notices : *a*) sur A. Pinchart, 360 ; *b*) sur feu son père, le chevalier F.-J.-F. Marchal, 495. — Rapports : Voir *Anthone, Rombaux.*

Marcou (J.). — Hommage d'ouvrage, 3.

Masius (J.-B.). — Recherches sur l'action du pneumogastrique et du grand sympathique sur la sécrétion urinaire, 62. — Rapport : Voir *Vanlair.*

Masius (Jean). — De la genèse du placenta chez le lapin, 317; rapport sur ce travail par MM. Éd. Van Beneden et Van Bambeke, 311.

Massart (Jean). — Recherches sur les organismes inférieurs. I. La loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme du champignon, 590; rapports sur ce travail par MM. Delbœuf et Errera, 550, 552.

Maus (H.). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 524. — Rapport : Voir *Weiler,*

Meerens (Charles). — Adresse les lettres suivantes relatives : 1° à la gamme mineure, 281; rapport sur cette communication par M. Gevaert, 512; 2° aux valeurs numériques de la gamme musicale de M. Delezenne, 304; remis en possession de son manuscrit, 390; 3° à la gamme musicale, 656.

Micheels (M.). — Rapport de MM Errera et Gilkinet sur son travail concernant les jeunes palmiers, destiné à figurer dans les *Mémoires* in-4°, 152, 157.

Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics. — Envoi d'ouvrages, 112, 281, 328, 522.

Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique.—Envoi d'ouvrages, 302, 359, 390, 495, 603.

Montald (Constant). — Communication de son deuxième rapport semestriel, 359.

Montigny (Charles) — De l'intensité de la scintillation des étoiles dans les différentes parties du ciel, 160; sur les diverses apparences que présentent les images des étoiles scintillantes, selon l'état du ciel. Description du scintillomètre, 553; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 524.

Mourlon (Michel). — Sur l'existence d'un nouvel étage de l'éocène moyen dans le bassin franco-belge, 252.

Murray (John). — Voir : *Challenger Office.*

Musée d'antiquités de Leyde. — Voir : *Gouvernement hollandais.*

Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles. — Hommage d'ouvrage, 139.

Museum australien de Sydney. — Hommage d'ouvrages, 139.

N.

Nadaillac (*Le marquis de*). — Hommage d'ouvrage, 604.

Nève (*F.*). — Hommage d'ouvrage, 113.

Niesten (*L.*). — Sur l'aspect physique de la planète Mars pendant l'opposition de 1888, 76; rapport sur ce travail par MM. Liagre et Houzeau, 10, 12; soumet un travail sur l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de α Lyrae faites à l'Observatoire de Washington, 140; rapports de MM. Folie et Liagre sur ce travail destiné au recueil des *Mémoires*, 307, 309.

Nolet de Brauwere van Steeland (*J.*). — Annonce de sa mort, 111.

P.

Pascaud (H.). — Hommage d'ouvrages, 113, 604.

Pauli (Ad.). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 656. — Rapport : Voir *Anonymes.*

Pelseneer (Paul). — Hommage d'ouvrage, 524.

Percy (Lucien). — Voir *Herpin (Luce).*

Pergens (Éd.). — Soumet un travail concernant deux nouveaux bryozoaires cténostomes des environs de Naples, 391; rapport sur ce travail par MM. Van Beneden, père et fils, et Plateau, 549, 550; communication de son rapport sur les résultats de sa mission à la station zoologique de Naples, 522; envoi au Ministre des appréciations de ce rapport faites par MM. Van Beneden, père et fils, et Plateau, 658.

Petermann (A.). — Rapport de MM. Stas et Spring sur son travail destiné aux *Mémoires* in-8° et intitulé : Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture, 148, 149; hommage d'ouvrage, 658.

Piot (*Charles*). — Discours prononcé aux funérailles de Th. Juste, 330; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 616. — Rapport : Voir *Mailly.*

Plateau (*F.*). — Recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes, quatrième partie (communication imprimée dans les

Mémoires in-8°), 159; *Id.*, cinquième partie, imprimée aux *Bulletins*, 395. — Rapports: Voir *De Bruyne, Pergens.*

Potvin (*Charles*). — Hommage d'ouvrage, 604; discours prononcé aux funérailles de J. Van Beers, 605.

Prestwich (*J.*). — Élu associé, 752.

Prinz (*W.*). — Étude de la structure des éclairs par la photographie, 244; rapport sur ce travail par M. Folie, 159.

Prost (*É.*) — Étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur la fonte, 216; rapport sur ce travail par MM. Spring et Stas, 151, 152.

Putsage (*J.*). — Hommage d'ouvrage, 658.

R.

Renard (*A.*). — Hommage d'ouvrage, 139; îles océaniques et leurs relations avec le relief sous-marin (lecture imprimée dans les *Mémoires* in-8°), 159; dépêche ministérielle relative à sa proposition d'employer la voie consulaire pour obtenir des spécimens des produits des différentes contrées, 522. — Rapport : Voir *Charlier.*

Reychler. — Soumet les travaux suivants concernant : *a*) l'action de l'iode sur les acides gras non saturés (contenu d'un billet cacheté), 140; *b*) la transformation de l'acide oléique en acide gras saturé, 140; *c*) la saccharification diastasique, 304.

Rivier (*Alph.*). — Félicité pour sa nomination de docteur *honoris causa* de l'Université de Bologne, 111; hommage d'ouvrage (Introduction au droit des gens), 604; note sur ce volume par M. G. Rolin-Jaequemyns, 611.

Robert (*Alexandre*). — Discours sur les tendances actuelles en peinture, 369. — Rapport : Voir *Verbrugge.*

Roersch (*L.*). — Désigné pour faire la notice biographique de J. Nolet de Brauwere van Steeland, 112; remet, pour l'*Annuaire,* le manuscrit de cette notice, 603; offre sa démission de membre de la Commission pour la publication des anciens monuments de la littérature flamande, 603. — Note bibliographique : Voir *Feys.*

Rolin-Jaequemyns (*G.*). — Note bibliographique : Voir *Holtzendorff* et *Rivier.*

Rombaux (*Égide*). — Envoi à l'examen de son premier rapport (Prix Godecharle), 359; communication au Ministre de l'appréciation de ce travail, 512.

Ronkar (*E.*). — Hommage d'ouvrage, 139; dépose un pli cacheté, 390.
Roulleau. — Hommage de la photographie de sa statue du général Carnot, 367.
Royer (*Clément*). — Hommage d'ouvrage, 113.

S.

Samuel (*Ad.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 656.
Samuel (*Charles*). — Lauréat (mention honorable) du grand Concours de sculpture de 1888, 359; proclamé, 382.
Schadde (*J.*). — Rapport : Voir *Anonymes.*
Scheler (*Aug.*). — Rapports : Voir *Schweisthal, Zanardelli.*
Schweisthal (*Martin*). — Rapports de MM. Scheler, Willems et Vanderkindere sur son travail (loi phonétique de la langue des Francs Saliens) destiné au recueil des *Mémoires* in-8°, 616, 620, 622.
Selys Longchamps (*Le baron Edm. de*). — Hommage d'ouvrage (catalogue raisonné des orthoptères et des névroptères de Belgique), 303; note sur ce volume, 304. — Rapport : Voir *Anonymes.*
Slingeneyer (*Ern.*). — Réélu membre de la Commission spéciale des finances, 656. — Rapport : Voir *Verbrugge.*
Smets (*Gérard*). — Hommage d'ouvrage (Aachenosaurus multidens), 3; note sur cette brochure par P.-J. Van Beneden, 4.
Smith (*J. Barker*). — Hommage d'ouvrage, 496.
Société médico-chirurgicale de Liège. — Hommage d'ouvrage, 391.
Sohm (*G.-J. Rudolphe*). — Accuse réception de son diplôme, 112.
Spring (*W.*). — Sur la réaction chimique des corps à l'état solide, 43; pourquoi les rails en service se rouillent moins vite que les rails au repos, 47; sur l'éclat métallique, 53. — Rapports : Voir *Chevron* et *Droixhe, Fievez, Gérard, Petermann, Proost.*
Stas (*J.-S.*). — Rapports : Voir *Chevron* et *Droixhe, Fievez, Petermann, Proost.*
Stecher (*J.*). — Rapports : Voir *Mailly, Zanardelli.*
Stilmant (*Léon*). — Dépose un pli cacheté, 302.
Swarts (*Th.*). — Hommage d'ouvrage, 3.

T.

Tahon (Victor). — Hommage d'ouvrage, 278.

Thiry (F.). — Rapport de M. Folie sur sa note concernant la nature des comètes (dépôt aux archives), 157.

Thonissen (J.-J.). — Félicité pour sa nomination de docteur *honoris causa* de l'Université de Bologne, 111; remercie, 277; réélu membre de la Commission spéciale des finances, 616.

Thys (Le capit.). — Hommage d'ouvrage, 140.

Tiberghien (Guillaume). — Lauréat de la première période décennale du prix des sciences philosophiques, 494; proclamé, 751.

Tihon (F.). — Soumet un travail intitulé : Explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne : I. La grotte du Docteur, 140; rapports de MM. Dewalque, Briart et P.-J. Van Beneden sur ce travail, destiné au recueil des *Mémoires* in-8°, 525, 537, 538.

Tilly (J. De). — Rapport : Voir *Ferron*.

Tondini (C.). — Propose comme méridien international celui de Jérusalem, 522.

V.

Vander Haeghen (Désiré). — Prix de *huit cents francs* accordé à son projet de phare, 380; rapport sur ce travail par la section d'architecture, 380; envoie une reproduction photographique de son projet, 656.

Vanderkindere (L.). — Remercie pour son diplôme de membre titulaire, 112. — Rapport : Voir *Schweisthal*.

Van der Mensbrugghe (G.). — Sur les moyens d'évaluer et de combattre l'influence de la capillarité dans la densimétrie, 31; sur les propriétés physiques de la surface de contact d'un solide et d'un liquide; remarques préliminaires, 695; dépose un billet cacheté, 658. — Rapport : Voir *Ferron*.

Van der Straeten (Edm.). — Envoi à l'examen de nouvelles séries de *Bulletins* résultant de ses recherches dans les collections musicales de Munich et de Rome, 281, 655.

Van der Stricht (O.). — Hommage d'ouvrage, 524.

Vander Veken (Guillaume). — Communication au Ministre des appréciations de son deuxième rapport, faite par MM. Hymans, Demannez et Biot, 281 : envoi à l'examen de son troisième rapport, 655.

Vanlair (*C.*). — Sur la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs, 93; rapport sur ce travail par MM. Van Bambeke et Masius, 25, 28; élu correspondant, 752.

Verbrugge (*Émile*). — Communication au Ministre de l'appréciation de son septième rapport semestriel, faite par MM. Fétis, Slingeneyer et Robert, 281.

Vosmaer (*C.*). — Annonce de sa mort, 132.

W.

Wattier (*Ed.*). — Soumet un travail intitulé : Nouvelle théorie scientifique, 524.

Wauters (*Alph.*). — Hommage d'ouvrages, 278, 329, 496; chargé de rédiger la notice de J. Van Praet, 328; la première enceinte de Bruxelles, 496. — Rapports : Voir *Académie des sciences de l'Institut de Bologne, Mailly*.

Wauwermans (*H.*). — Hommage d'ouvrage, Napoléon et Carnot, épisode de l'histoire populaire d'Anvers, 1803-1815, 604; note sur ce volume, par P. Henrard, 615.

Weierstrasse (*Karl*). — Élu associé, 752.

Weiler (*Ch.*). — Soumet un nouveau système de ballon dirigeable, 304; rapport de M. Maus sur ce travail, qui est déposé aux archives, 540.

Willems (*P.*). — Offre sa démission de membre de la Commission pour la publication des anciens monuments de la littérature flamande, 329. — Rapports : Voir *Harlez* (*de*), *Schweisthal*.

Wilmotte (*M.*). — Demande d'avis sur l'enquête qu'il a entreprise au sujet de sa grammaire des patois romans de la Belgique et des traditions populaires qui s'y rattachent, 603.

Worms (*Émile*). — Hommage d'ouvrage, 604.

Z.

Zanardelli. — Envoi à l'examen de son travail sur la classification des patois wallons d'après leur phonétique et leurs affinités avec les dialectes des pays limitrophes, 112; communication au Ministre des rapports faits sur ce travail par MM. Scheler, Le Roy et Stecher, 332.

TABLE DES MATIÈRES.

A.

Aérostation. — M. Ch. Weiler soumet un nouveau système de ballon dirigeable, 304; rapport de M. Maus sur ce travail qui est déposé aux archives, 540.

Agriculture. — Voir *Chimie* (Travail de M. Petermann).

Anatomie. — Voir *Botanique.*

Anthropologie et Archéologie préhistoriques. — Voir *Géologie.*

Archéologie. — Voir *Histoire* et *Symbolique comparée.*

Astronomie. — M. F. Thiry soumet une note sur la nature des comètes, 3; rapport de M. Folie sur ce travail, déposé aux archives, 157; rapports de MM. Folie et Wauters sur l'unification des calendriers proposée par l'Académie royale des sciences de l'Institut de Bologne, 5, 9; sur l'aspect physique de Mars, pendant l'opposition de 1888, par L. Niesten, 76; rapport sur ce travail par MM. Liagre et J. C. Houzeau, 10, 12; M. Niesten soumet un travail concernant l'influence de la nutation diurne dans la discussion des observations de α Lyrae, faites à l'Observatoire de Washington, 140; rapports de MM. Folie et Liagre sur ce travail destiné au recueil des *Mémoires* in-4°, 307, 309; sur les formules de réduction des circompolaires en ascension droite et en déclinaison (suite), par F. Folie, 312; lettre de M. Tondini proposant comme méridien universel celui de Jérusalem, 522. — Voir *Spectroscopie.*

B.

Beaux-arts. — Communication au Ministre du rapport de la Commission chargée d'examiner les documents relatifs à l'enseignement des arts appliqués à l'industrie, 133. — Voir *Biographie, Concours (Prix de Rome), Concours de la Classe des beaux-arts, Musique, Peinture.*

Bibliographie. — Notes sur les ouvrages suivants : Les frères Lauryn

et Lernutius (E. Feys), par L. Roersch, 117; Giordano Bruno e le fonti delle sue doctrine (di Giovanni), par Alph. Le Roy, 114; l'Ardenne (J. Gosselet), par C. Malaise, 305; Introduction au droit des gens (F. von Holtzendorff et Alph. Rivier), par G. Rolin-Jaequemyns, 611; catalogue raisonné des orthoptères et des névroptères de Belgique (Edm. de Selys Longchamps), par l'auteur, 304; Aachenosaurus multidens (G. Smets), par P.-J. Van Beneden, 4; Napoléon et Carnot (Wauwermans), par P. Henrard, 615.

Billets cachetés déposés par MM. : F. Leconte, 302, 390, 523; Léon Stilmant, 302; Ronkar, 390; Charles, 523; Van der Mensbrugghe, 658.

Biographie. — Discours prononcés aux funérailles : 1° de J. C. Houzeau, par J.-B.-J. Liagre, 141; 2° de Th. Juste par Ch. Piot, 330; 3° de Jan Van Beers, par Ch. Potvin, 605. — David Teniers, le jeune (1610-1690), par H. Hymans, 282; Jacques Jordaens (lecture destinée à la *Biographie nationale*) par H. Hymans, 656.

Biologie. — Voir *Physiologie* et *Zoologie.*

Botanique. — Rapports de MM. L. Errera et Gilkinet sur un travail de M. Micheels, concernant les jeunes palmiers (destiné au recueil des *Mémoires* in-4°), 153, 157; sur quelques cucurbitacées rares ou nouvelles, principalement du Congo, par A. Cogniaux, 232; rapport sur ce travail par Fr. Crépin, 159; les Roses aux prises avec les savants. Histoire d'une monographie, discours par Fr. Crépin, 698. — Voir *Physiologie* (Travaux de MM. Errera et Massart).

C.

Chimie. — M. Petermann soumet un travail intitulé : Recherches de chimie et de physiologie appliquées à l'agriculture, 3; rapport de MM. Stas et Spring sur ce travail destiné aux *Mémoires* in-8°, 148, 149; sur la réaction chimique des corps à l'état solide, par W. Spring, 43; pourquoi les rails en service se rouillent moins vite que les rails au repos, par W. Spring 47; envoi à l'examen 1° de deux notes de MM. De Wilde et Reychler concernant : *a*) l'action de l'iode sur les acides gras non saturés, 140; *b*) la transformation de l'acide oléique en acide gras saturé, 140; 2° d'une note de M. Reychler sur la saccharification diastasique, 304; étude de l'action de

l'acide chlorhydrique sur la fonte par Eug. Prost, 216; rapport sur ce travail par MM Spring et Stas, 151, 152; sur quelques phosphates et arséniates doubles, par L. Chevron et A. Droixhe, 473; rapport de W. Spring et J. Stas sur ce travail, 392, 393.

Commission pour la publication des œuvres des anciens musiciens belges : chargée de l'examen de nouvelles séries de *Bulletins* résultant des recherches de M. Edm. Vander Straeten dans les collections musicales de Munich et de Rome, 281, 655; — *pour la publication des anciens monuments de la littérature flamande.* MM. P. Willems et Roersch offrent leur démission de membres, 329, 603 ; — *spéciale des finances.* Réélection : Classe des sciences, 524 ; Classe des lettres, 616 ; Classe des beaux-arts, 656.

Concours. — L'Académie nationale de Reims adresse son programme, 329. — Voir *Prix.*

Concours de la Classe des beaux-arts (1888). Sujet littéraire : Rapports de MM. Pauli, Schadde, Balat et Beyaert sur le mémoire concernant l'architecture flamande du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle, 360, 364, 365; ratification des conclusions de ces rapports, 367. Sujets d'art appliqué. Avis des sections d'architecture et de gravure sur les travaux présentés (plan d'un phare et gravure en taille-douce), 365, 380, 381; M. D. Vander Haegen envoie la reproduction de son projet de phare couronné, 656. — Proclamation des résultats, 379, 380, 381.

Concours de la Classe des lettres (1890). — Programme, 118.

Concours de la Classe des sciences (1888). — Sans résultat, 141. — *Concours extraordinaire se rapportant à la conservation du poisson et au repeuplement des rivières.* Rapports de MM. Gilkinet, de Selys Longchamps et P.-J. Van Beneden sur les mémoires reçus, 660, 686, 694. — Proclamation des résultats, 750.

Concours (grands). Prix de Rome : Communication au Ministre du rapport de la Commission chargée de la revision du règlement pour la peinture, la sculpture, la gravure et l'architecture, 133. — Architecture (1887). Envoi à l'examen du premier rapport de M. Ch. De Wulf, 359. — Gravure (1886). Communication au Ministre de l'appréciation du deuxième rapport de M. Vander Veken, 281; envoi à l'examen du troisième rapport du même lauréat, 655. — Musique (1887). Instructions à donner à M. Heckers, avant son départ, 359, 367; exécution de la cantate de M. Lebrun, 358, 382.

— Peinture (1883). Communication au Ministre de l'appréciation du septième rapport de M. Verbrugge, 281 (1886). Envoi du deuxième rapport de M. Constant Montald, 359. — Sculpture (1885). Envoi du cinquième rapport de M. Jules Anthone, 359; communication au Ministre de l'appréciation de ce rapport, 512 (1888). Lauréats, 359; proclamation des résultats, 382.

Concours décennal des sciences philosophiques (première période). — M G. Tiberghien, lauréat, 494, 751; M. le Ministre transmet des exemplaires du rapport du jury, 603.

Concours quinquennal des sciences mathématiques (huitième période). Formation de la liste double des candidats pour le choix du jury, 390; communication de cette liste au Ministre, 391; — *de littérature française* (huitième période). M. le Ministre envoie des exemplaires du rapport du jury, 603.

Concours triennal de littérature dramatique en langue flamande. La présentation de candidats pour le choix des jurys est attribuée à l'Académie royale flamande de littérature et de philologie, 494; — *en langue française.* M. le Ministre envoie des exemplaires du rapport du jury, 603.

Congrès, Sessions. — Ouverture de la cinquante-huitième session annuelle de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, 3; envoi à l'examen d'un rapport de M. Julin sur les travaux de la cinquante-septième session, 2; communication au Ministre des rapports faits sur ce travail par MM. Van Beneden, père et fils, et Van Bambeke, 306; septième session du congrès des Américanistes, à Berlin, 138.

D.

Dons. — Ouvrages imprimés par Bailly (J.), 113; Bambeke (Ch. Van), 3, 523; Beltjens (G.), 604; Beneden (P.-J. Van), 523; Briart (A.), 303; Bute (le marquis de), 329; Canonico (T.), 604; Catalan (E.), 303; Challenger Office, 524; Cogniaux (A.), 303; Cumont (G.), 496; Dareste (R.), 604; d'Aumale (S. A. R. le duc), 113; De Bruyne (C.), 303; Delaborde (H.), 511; De Quéker (K. H.), 604; Deruyts (J.), 140; Detroz, 496; Dumercy (C.), 113; Eberstein (L. F. von), 604; Feys (E.), 113; Firket (A.), 524; Francotte (P.), 139; Gilon (E.), 604; Giovanni (V. di), 113, 329; Gosselet (J.), 303; Gouvernement

hollandais, 113; Grégoir (Éd.), 367; Herlant (A.), 303; Héron-Royer, 3; Herpin (Luce), 113; Holtzendorff (F. de), 604; Kervyn de Lettenhove (le baron), 496; Kölliker (A.), 139; Leboucq (H.), 303; Lechalas (G.), 140; Lecointe (L.), 524; Marcou (J.), 3; Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics, 112, 281, 328, 522; Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 302, 359, 390, 495, 603; Murray (J.), 524; Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles, 139; Muséum australien de Sydney, 139; Nadaillac (le marquis de), 604; Nève (F.), 113; Pascaud (H.), 113, 604; Pelseneer (P.), 524; Petermann (A.), 658; Potvin (Ch.), 605; Putsage (J.), 658; Renard (A.), 139; Rivier (A.), 604; Ronkar, 139; Royer (C.), 113; Selys Longchamps (Edm. de), 303; Smets (G.), 3; Smith (J. Barker), 496; Société médico-chirurgicale de Liège, 391; Swarts (T.), 3; Tahon (V.), 278; Thys, 140; Van der Stricht (O.), 524; Wauters (Alph.), 278, 329, 496; Wauwermans (le général), 604; Worms (E.), 604. — Photographie par M. Roulleau, 367. — Ouvrage manuscrit, par M. Delaey, 302. — Médailles : *a*) par le Comité pour la célébration du septantième anniversaire de M. Donders, 139; *b*) par l'Académie royale des sciences d'Amsterdam, 603.

E.

Élections, nominations, distinctions. — CLASSE DES SCIENCES. M. Brialmont, promu au grade de grand cordon de l'Ordre de Léopold, 2; M. P. De Heen, élu membre titulaire; MM. Ch. Fievez et Vanlair, élus correspondants; MM. le marquis de Caligny, Karl Weierstrasse et J. Prestwich, élus associés, 751, 752. — CLASSE DES LETTRES. MM. Thonissen et Rivier nommés docteurs *honoris causa* de l'Université de Bologne, 111; remerciements, 277; approbation royale de l'élection de MM. de Harlez et Vanderkindere, comme membres titulaires, 112; remerciements des nouveaux élus pour leur diplôme, 112. — CLASSE DES BEAUX-ARTS. M. Fétis promu aux grade de commandeur de l'Ordre de Léopold, 280.

Électricité. — Note sur le coup de foudre qui a frappé l'Observatoire de Bruxelles le 23 juin 1888, par F. Folie, 28; étude de la structure des éclairs par la photographie, par W. Prinz, 244; rapport de M. Folie sur ce travail, 159; sur un nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie, par Éric Gérard, 323; rapport sur ce travail par MM. Spring et Candèze, 311, 312.

G.

Géologie, minéralogie et paléontologie. — Demande de subside adressée par M. De Munck en vue de l'étude des musées préhistoriques de Copenhague et de Stockholm, 2; communication au Ministre des rapports faits sur cette demande par MM. P.-J. Van Beneden et Alph. Briart, 306; envoi à l'examen d'une lettre de M. A. Charlier sur le récent tremblement de terre de l'île de Bali, 138; communication au Ministre du rapport fait sur cette lettre par M. Renard, 306; MM. J. Fraipont et F. Tihon soumettent un travail intitulé : explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne : I. La grotte du Docteur, 140; rapports de MM. Dewalque, Briart et P.-J. Van Beneden sur ce travail, destiné au recueil des *Mémoires*, 525, 537, 538; Iles océaniques et leurs relations avec le relief sous-marin, par A. Renard (lecture destinée au recueil des *Mémoires* in-8°), 159; sur l'existence d'un nouvel étage de l'Éocène moyen dans le bassin franco-belge, par M. Mourlon, 252; la cause générale des mouvements orogéniques, par Ch. de la Vallée Poussin, 718.

H.

Histoire. — Appel fait par le Comité d'histoire et d'ethnographie de Passy (Paris), en vue de ses séances publiques, 277; la première enceinte de Bruxelles, par Alph. Wauters, 496.

Histoire des beaux-arts. — David Teniers le jeune (1610-1690), par H. Hymans, 282; Jacques Jordaens, lecture destinée à la « Biographie nationale », par H. Hymans, 656.

Histoire des religions. — Voir *Orientalisme* et *Symbolique comparée.*

Histoire des sciences et des lettres. — Lecture des rapports de MM. Wauters, Piot et Stecher sur un travail de M. Mailly intitulé La Société littéraire de Bruxelles (1800-1823), et inséré dans le recuei des *Mémoires* in-8°, 125; le huitième centenaire de l'Université de Bologne, relation par Ch. Loomans, 126.

Histoire naturelle. — Envoi à l'examen d'une dépêche ministérielle relative à la proposition de M. Renard d'employer la voie consulaire pour obtenir des spécimens des produits naturels des diverses contrées, 522.

J.

Jubilés et fêtes. — Remerciements de M. Donders pour les félicitations de l'Académie au sujet de son septantième anniversaire, 2; le

comité d'organisation fait hommage d'une médaille en bronze frappée à l'occasion de cette solennité, 139; le huitième centenaire de l'Université de Bologne, relation par Ch. Loomans, 126.

M.

Mathématiques. — Sur la différentiation mutuelle des fonctions invariables, par J. Deruyts, 207; sur quelques propriétés des transformations linéaires, par le même, 576; rapports sur ces travaux, par MM. Le Paige et Mansion, 149, 150, 539; rapports de MM. Catalan, Le Paige et Mansion sur les travaux de M. J. Beaupain concernant quelques formules de calcul intégral (destinés au recueil des *Mémoires* in-4°), 15, 19, 392, 543, 545; de la longueur d'une ligne, par le lieutenant E. Goedseels, 86; rapport sur ce travail par P. Mansion, 20; sur les conclusions des rapports lus par MM. Lagrange, De Tilly et Folie, il est fait remise à M. Ferron de son manuscrit sur les causes du flux et du reflux de la mer, 148; M. Ferron soumet un exposé des motifs de l'omission des forces tangentielles signalée dans le rapport précité de M. Lagrange, 303; lecture des rapports faits par MM. Mansion, De Tilly et Van der Mensbrugghe sur le travail de M. Ferron concernant les équations fondamentales de la théorie de la lumière (dépôt aux archives), 306; sur un cas particulier de la formule du binôme, par E. Catalan, 194; M. Catalan soumet de nouvelles notes d'algèbre et d'analyse, 524; M. Huberty remis en possession de son manuscrit concernant quelques théorèmes, 390.

Météorologie et physique du globe. — De l'intensité de la scintillation des étoiles dans les différentes parties du ciel, par Ch. Montigny, 160; sur les diverses apparences que présentent les images des étoiles scintillantes, selon l'état du ciel. Description du scintillomètre, par Ch. Montigny, 553. — Voir *Électricité* (pour les coups de foudre), *Géologie* (pour les tremblements de terre).

Monuments. — M. Crépin fait une relation verbale de la cérémonie de l'inauguration du monument L. Cornet, 553.

Musique. — M. Ch. Meerens adresse les lettres suivantes : 1° relative à la gamme mineure, 281; rapport sur cette communication par M. Gevaert, 512; 2° aux valeurs numériques de la gamme musicale de M. Delezenne, 304; remis en possession de son manuscrit, 390; 3° à la gamme musicale, 656.

N.

Nécrologie. — Annonce de la mort de : J.-C.-H. Nolet de Brauwere van Steeland, 111; C. Vosmaer, 132; J. C. Houzeau, 138; L.-A. François, 280; R. Clausius, 302; Th. Juste, 328; J. Van Beers, 602.

Notices biographiques pour l'Annuaire. — La notice de M. J. Nolet de Brauwere sera faite par L. Roersch, 112; celle de M. J. C. Houzeau par J. Liagre, 138; celle de M. Th. Juste par P. Henrard, 328; celle de M. Van Praet par Alph. Wauters. — Les notices suivantes figureront dans l'*Annuaire* de 1889 : François Tielemans par Ch. Faider, 328; N. de Keyser par H. Hymans, 360; A. Pinchart par Edm. Marchal, 360; le chevalier F.-J.-F. Marchal par Edm. Marchal, 495; J. Nolet de Brauwere van Steeland par L. Roersch, 603.

O.

Orientalisme. — Les croyances religieuses des premiers Chinois; lecture faite par Ch. de Harlez et destinée au recueil des *Mémoires* in-8°, 125; M. de Harlez soumet un mémoire intitulé : Le Yih King, 329; lecture des rapports faits par MM. Le Roy, Lamy et Willems sur ce travail, destiné au recueil des *Mémoires* in-4°, 616. — Voir *Symbolique comparée.*

Ouvrages présentés. — Juillet, 133; août, 291; octobre, 383; novembre, 514; décembre, 752.

P

Peinture. — Sur les tendances actuelles en peinture; discours par Alex. Robert, 369. — Voir *Biographie.*

Philologie. — Envoi à l'examen d'un mémoire de M. Zanardelli sur la classification des patois wallons d'après leur phonétique et leurs affinités avec les dialectes des pays limitrophes, 112; communication au Ministre des rapports faits sur ce travail par MM. Scheler, Le Roy et Stecher, 332; M. Schweisthal soumet un travail concernant une loi phonétique de la langue des Francs-Saliens, 495; rapports de MM. Scheler, Willems et Vanderkindere sur ce travail,

destiné au recueil des *Mémoires* in-8°, 616, 620, 622; M. le Ministre demande avis sur l'enquête entreprise par M. Wilmotte au sujet de sa grammaire des patois romans de la Belgique et des traditions populaires qui s'y rattachent, 603.

Philosophie. — M. Grafé soumet un mémoire sur quelques paralysies d'origine psychique, 495. — Voir *Orientalisme.*

Photographie. — Voir *Électricité.*

Physiologie. — Sur la persistance de l'aptitude régénératrice des nerfs, par C. Vanlair, 93; rapport sur ce travail par Ch. Van Bambeke et J.-B. Masius, 25, 28; recherches sur l'action du pneumogastrique et du grand sympathique sur la sécrétion urinaire, par J.-B. Masius, 62; envoi à l'examen d'un rapport de M. Julin sur les travaux de physiologie de la 57e session de l'Association britannique, 2; communication au Ministre des appréciations faites sur ce travail par MM. Van Beneden, père et fils, et Van Bambeke, 306; recherches sur les organismes inférieurs. La loi psychophysique de Weber vérifiée pour l'héliotropisme du champignon, par Jean Massart, 590; rapports sur ce travail par MM. Delbœuf et Errera, 550, 552; sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates, par L. Errera, 458. — Voir *Chimie* (travail de M. Petermann).

Physique. — Sur les moyens d'évaluer et de combattre l'influence de la capillarité dans la densimétrie, par G. Van der Mensbrugghe, 31; sur les propriétés physiques de la surface de contact d'un solide et d'un liquide. Remarques préliminaires, par G. Van der Mensbrugghe, 695; notice sur l'éclat métallique, par W. Spring, 53; détermination des variations que le coefficient de frottement des solides éprouve avec la température, par P. De Heen, 57; détermination des variations que le frottement intérieur de l'air, pris sous diverses pressions, éprouve avec la température, par P. De Heen, 195; note concernant la vérification numérique d'une formule relative à la force élastique des gaz, par Ch. Lagrange, 171; M. Wattier présente une nouvelle théorie scientifique, 524. — Voir *Électricité, Chimie.*

Pisciculture. — Voir *Concours de la Classe des sciences* (*Concours extraordinaire*).

Prix Castiau. (Troisième période, 1887-1889.) — Programme, 124.

Prix Godecharles. — PEINTURE. Envoi du premier rapport de Jos. Dierickx, 359. — SCULPTURE. Envoi du premier rapport d'Égide Rom-

baux, 359; communication au Ministre de l'appréciation de ce rapport, 512.

Prix Guinard. (Quatrième période, 1883-1887.) — M. le Ministre envoie vingt-cinq exemplaires du rapport du jury, 112.

Prix de Keyn. (Cinquième concours, première période, 1887-1888.) — Programme, 122.

Prix de Saint-Genois, pour une question d'histoire et de littérature en langue flamande. (Troisième période 1888-1897.) — Programme, 121.

Prix de Stassart. Notice sur un Belge célèbre. (Septième période, 1887-1892.) Programme, 120. — *Question d'histoire nationale.* (Sixième période, 1889-1894.) Programme, 121.

Prix du Roi. — M. le Ministre transmet des exemplaires du rapport du jury de 1886 (littératures anciennes et modernes), 328.

Prix Teirlinck, pour une question de littérature flamande. (Troisième période 1887-1891.) — Programme, 122.

Publications académiques. — Le Centre technique des électriciens brésiliens, à Rio de Janeiro, demande l'échange de publications, 523.

S.

Sciences médicales. — Voir : *Physiologie* et *Philosophie.*

Séances. Classe des sciences : 30 juin, 1; 4 août, 137; 13 octobre, 301; 3 novembre, 289; 1er décembre, 521; 14 décembre, 657; séance publique du 15 décembre, 697. — Classe des lettres : 2 juillet, 111; 6 août, 277; 6 octobre, 327; 5 novembre, 494; 3 décembre, 602. — Classe des beaux-arts : 5 juillet, 132; 2 août, 280; 11 octobre, 358; 25 octobre, 366; séance publique du 28 octobre, 368; 8 novembre, 511; 14 décembre, 657.

Spectroscopie. — Nouvelles recherches sur l'origine optique des raies spectrales en rapport avec la théorie ondulatoire de la lumière, par Ch. Fievez, 81; rapports sur ce travail par MM. Spring, Stas et Houzeau, 13, 14, 15.

Symbolique comparée. — Le Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes; ses origines et ses métamorphoses, par le comte Goblet d'Alviella, 333; recherches sur l'histoire du globe ailé hors de l'Égypte, par le même, 623.

Z.

Zoologie. — Rapport de M. P.-J. Van Beneden sur un projet de création d'un aquarium marin à Ostende, par F. De Stuers, 24; recherches expérimentales sur la vision chez les Arthropodes, par F. Plateau (quatrième partie destinée au recueil des *Mémoires* in-8°, 159; id., cinquième partie, imprimée aux *Bulletins*, 395; de la genèse du placenta chez le lapin, par Jean Masius, 317; rapport sur ce travail par MM. Éd. Van Beneden et Ch. Van Bambeke, 311; M. Pergens soumet une notice sur deux nouveaux bryozoaires ctenostomes des environs de Naples, 391; rapports sur ce travail par MM. Van Beneden, père et fils et Plateau, 549, 550; M. P.-J. Van Beneden présente, pour le recueil des *Mémoires* in-8°, une suite à son Histoire naturelle des Delphinides de Belgique, 394. M. le Ministre communique le rapport de M. Pergens sur les résultats de sa mission à la station zoologique de Naples, 522; envoi au Ministre des appréciations de ce rapport faites par MM. Van Beneden, père et fils et Plateau, 658; envoi à l'examen d'une demande faite par M. De Bruyne à l'effet d'être envoyé à la Station zoologique de Naples, 522; communication au Ministre des rapports faits sur cette demande par MM. Van Beneden, père et fils, Plateau et Errera, 658. Voir *Physiologie*.

TABLE DES PLANCHES ET DES FIGURES.

Pages 29. Coup de foudre qui a frappé l'Observatoire de Bruxelles, le 23 juin 1888, par F. Folie.

— 58. Détermination des variations que le coefficient de frottement des solides éprouve avec la température, par P. De Heen. (Appareil.)

— 76. Mars pendant l'opposition de 1888. (L. Niesten.)

— 88. De la longueur d'une ligne par le lieutenant E. Goedseels (figure).

— 198. Détermination des variations que le frottement intérieur de l'air pris sous diverses pressions éprouve avec la température par P. De Heen. (Appareil).

— 222. Étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur la fonte par Eug. Prost. (Tracé graphique).

— 251. Étude de la structure des éclairs par la photographie, par W. Prinz.

— 261, 265. Sur l'existence d'un nouvel étage de l'Éocène moyen dans le bassin franco-belge, par Michel Mourlon. (Coupes.)

— 326. Nouveau procédé d'enregistrement à l'aide de la photographie, par Eric Gérard. (Courbes montrant la variation des courants.)

— 333 à 356. Triçûla ou Vardhamâna des bouddhistes, par le comte Eug. Goblet d'Alviella.

— 457. Vision chez les Arthropodes, cinquième partie, par F. Plateau (écrans).

— 472. Appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates, par L. Errera.

— 575. Scintillomètre, par Ch. Montigny.

— 623 à 654. Histoire du globe ailé hors de l'Égypte, par le comte Eug. Goblet d'Alviella.

ERRATA.

Page 670. Tome XV, ligne 9, au lieu de : *Robert Keith*, lisez : *Jacques Melvill*,

Même page. Au renvoi. Au lieu de : *Un frère de Robert Keith*, lisez : *Un frère de Jacques Melvill*.

Page 89. Tome XVI, ligne 1, au lieu de : *inférieure*, lisez : *supérieure*.

— 148. — ligne 3, au lieu de : *Mansion*, lisez : *De Tilly*.

TABLE DES MATIÈRES

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance du 1er décembre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Dépêches ministérielles : 1° relative à la proposition de M. Renard, d'employer la voie consulaire pour obtenir des spécimens des produits des diverses contrées ; 2° communiquant le rapport de M. Pergens sur les résultats de sa mission à la station zoologique de Naples ; 3° soumettant la demande de M. De Bruyne d'être envoyé à la même station ; 4° transmettant cinq exemplaires des rapports des Commissions médicales provinciales. — Lettre de M. Tondini proposant comme méridien universel celui de Jérusalem. — Billets cachetés déposés par M. Félix Leconte et M. Charles. — Demande d'échange par le Centre technique des électriciens brésiliens. — Hommage d'ouvrages. — Travaux manuscrits soumis à l'examen 522

ÉLECTION DE LA COMMISSION SPÉCIALE DES FINANCES 524

RAPPORTS. — Rapports de MM. Dewalque, Briart et P.-J. Van Beneden sur les explorations scientifiques des cavernes de la Méhaigne faites par MM. J. Fraipont et F. Tihon 525, 537, 538

Rapport de MM. Le Paige et Mansion sur le travail de M. J. Deruyts concernant quelques propriétés des transformations linéaires 539

Rapport de M. Maus sur un travail de M. Ch. Weiler concernant les ballons dirigeables 540

Rapports de MM. Catalan et Mansion sur les nouvelles recherches de M. Beaupain concernant quelques formules de calcul intégral. . . 543, 545

Rapport de MM. Van Beneden, père et fils, et Plateau sur une notice de M. Ed. Pergens concernant deux nouveaux bryozoaires des environs de Naples 549, 550

Rapports de MM. J. Delbœuf et Errera sur un travail de M. J. Massart concernant la loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme du champignon. 550, 552

COMMUNICATIONS ET LECTURES. — *Inauguration du monument élevé à Léopold Cornet, au cimetière de Mons ;* relation verbale par Fr. Crépin. 553

Sur les diverses apparences que présentent les images des étoiles scintillantes, selon l'état du ciel. — Description du scintillomètre (*planche*) ; par Ch. Montigny . . . . *ib.*

Sur quelques propriétés des transformations linéaires ; par Jacques Deruyts 576

Recherches sur les organismes inférieurs : I. La loi de Weber vérifiée pour l'héliotropisme du champignon ; par J. Massart 590

CLASSE DES LETTRES — *Séance du 3 décembre 1888.*

CORRESPONDANCE. — Annonce de la mort de Jean Van Beers. — M. le Ministre transmet : 1° avec demande d'avis, une requête de M. Wilmotte relative à sa grammaire des patois romans de la Belgique et aux traditions populaires qui s'y rattachent ; 2° des exemplaires des rapports des jurys des concours périodiques. — L'Académie des sciences d'Amsterdam envoie un exemplaire de la médaille consacrant le souvenir de la fondation J.-H. Hoeufft. — M. Roersch offre sa démission de membre de la Commission chargée de la publication des anciens monuments de la littérature flamande, et remet pour l'Annuaire sa notice sur J. Nolet de Brauwere van Steeland. — Hommage d'ouvrages 602

Discours prononcé aux funérailles de Jean Van Beers ; par Ch. Potvin. . 605

BIBLIOGRAPHIE. — *Introduction au droit des gens. Recherches philosophiques, historiques et bibliographiques* (*de Holtzendorff et Rivier*) ; note par G. Rolin-Jaequemyns 611

Napoléon et Carnot; épisode de l'histoire militaire d'Anvers, 1803-1815 (*lieutenant-général Wauwermans*); note par P. Henrard 615

Élection de la Commission spéciale des finances 616

Rapports. — Lecture des rapports de MM. Le Roy, Lamy et Willems sur un travail de M. de Harlez, intitulé : Le Yik king . . . . *ib.*

Rapports de MM. Scheler, Willems et Vanderkindere sur un travail de M. Martin Schweisthal, intitulé: Une loi phonétique de la langue des Francs-Saliens 616, 620, 622

Communications et lectures. — *Recherches sur l'histoire du globe ailé hors de l'Égypte;* par le comte Eug. Goblet d'Alviella. 623

CLASSE DES BEAUX-ARTS. — *Séance du 6 décembre 1888.*

Correspondance. — M. le Ministre transmet : 1° le 3e rapport semestriel de M. G. Vander Veken; 2° une nouvelle série de *Bulletins*, résultant des recherches de M. Edm. Vander Straeten dans les collections musicales de Rome. — M. Vander Haeghen remet une reproduction de son projet de phare, couronné par l'Académie. — Nouvelle communication musicale de M. Meerens, envoyée à l'examen 655

Élection de la Commission spéciale des finances 656

Communication et lectures. — *Jacques Jordaens;* par H. Hymans (lecture destinée à la « *Biographie nationale.* ») . . . . *ib.*

Élection. — Candidatures aux places vacantes . . . . *ib.*

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance du 14 décembre 1888.*

Correspondance. — Remerciements pour la séance publique. — Billet cacheté déposé par M. Van der Mensbrugghe. — Hommage d'ouvrages . 658

Rapports. — Communication au Ministre : 1° des appréciations faites par MM. Van Beneden, père et fils, et Plateau sur le rapport de M. Pergens concernant les résultats de sa mission à la station zoologique de Naples; 2° des rapports des mêmes commissaires sur la demande de M. De Bruyne d'être envoyé à la station zoologique précitée . . . . *ib.*

Concours extraordinaire (*Conservation du poisson et repeuplement des rivières*). — Rapports de MM. Gilkinet, de Selys Longchamps et P.-J. Van Beneden sur les mémoires reçus 660, 686, 694

Communications et lectures. — *Sur les propriétés physiques de la surface de contact d'un solide et d'un liquide;* remarques préliminaires par G. Van der Mensbrugghe 695

Séance publique. — Préparatifs 696

CLASSE DES SCIENCES. — *Séance publique du 15 décembre 1888.*

Les roses aux prises avec les savants. Histoire d'une monographie; discours par Fr. Crépin 698

La cause générale des mouvements orogéniques; par Ch. de la Vallée Poussin 718

Proclamation du résultat des concours et des élections 750

Ouvrages présentés. 752

Table des auteurs du tome XVI des Bulletins. 775

Table des matières du même tome 789

Table des planches et figures 800

Errata. . . . . *ib.*

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

Nouveaux Mémoires, tomes I-XIX (1820-1845); in-4°. — **Mémoires**, tomes XX-XLVI, (1846-1886); in-4°. — Prix : 8 fr. par volume à partir du tome X.

Mémoires couronnés, tomes I-XV (1817-1842); in-4°. — **Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers**, tomes XVI-XLIX; (1843-1888); in-4°.—Prix : 8 fr. par vol. à partir du tome XII.

Mémoires couronnés, in-8°, t. I-XLI. Prix : 4 fr. par vol.

Tables de Logarithmes, par A. Namur et P. Mansion, in-8°.

Tables des Mémoires (1816-1857) (1858-1878). In-18.

Annuaire, 1re à 55me année, 1835-1889; in-18.

Bulletins, 1re série, tomes I-XXIII; — 2e sér., t. I-L; — 3e sér., t. I-XVI, in-8°. — **Annexes** aux *Bulletins* de 1854, in-8°. — Prix : 4 fr. par vol.

Tables générales des Bulletins : tomes I-XXIII, 1re série (1832-1856). 1858, in-8°. — 2e série, tomes I-XX (1857-1866), tomes XXI-L (1867-1880), 1885; in-8°.

Bibliographie académique, 1re édit., 1854, 2e édit., 1874 et 3e édit., 1886; in-18.

Catalogue de la Bibliothèque de l'Académie, 1re partie : Sociétés savantes et Recueils périodiques; 2de partie : sciences, lettres, 1881-87; 3 vol. in-8°.

Catalogue de la bibliothèque du baron de Stassart. 1863; in-8°.

Centième anniversaire *de fondation* (1772-1872). 1872; 2 vol. gr. in-8°.

Commission pour la publication des monuments de la littérature flamande.

Œuvres de Van Maerlant : DER NATUREN BLOEME, tome Ier, publié par M. J. Bormans, 1857; 1 vol. in-8°; — RYMBYBEL, avec Glossaire, publié par M. J. David, 1858-1860; 4 vol. in-8°;— ALEXANDERS GEESTEN, publié par M. Snellaert, 1860-1862; 2 vol. in-8°. — **Nederlandsche gedichten**, etc., publiées par M. Snellaert, 1869; 1 vol. in-8°. — **Parthonopeus van Bloys**, publié par M. J. Bormans, 1871; 1 vol. in-8°. — **Speghel der Wysheit**, van Jan Praet, publié par M. J. Bormans, 1872; 1 vol. in-8°.

Commission pour la publication d'une collection des œuvres des grands écrivains du pays.

Œuvres de Chastellain, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1863-1865, 8 vol. in-8°. — **Le 1er livre des Chroniques de Froissart**, publié par le même. 1863, 2 vol. in-8°. — **Chroniques de Jehan le Bel**, publiées par M. Polain. 1863. 2 vol. in-8°. — **Li Roumans de Cléomadès**, publié par M. Van Hasselt. 1866, 2 vol. in-8°. — **Dits et contes de Jean et Baudouin de Condé**, publiés par M. Auguste Scheler. 1866, 3 vol. in-8°. — **Li ars d'amour**, etc., publié par M. J. Petit. 1866-1872, 2 vol. in-8°. — **Œuvres de Froissart** : *Chroniques*, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1867-1877, 26 vol. in-8°; — *Poésies*, publiées par M. Scheler. 1870-1872. 3 vol. in-8°; — *Glossaire*, publié par le même. 1874, un vol. in-8°. — **Lettres de Commines**, publiées par M. Kervyn de Lettenhove. 1867, 3 vol. in-8°. — **Dits de Watriquet de Couvin**, publiés par M. A. Scheler. 1868, 1 vol. in-8°. — **Les Enfances Ogier**, publiées par le même. 1874, 1 vol. in-8. — **Bueves de Commarchis**, par Adenès li Rois, publié par le même. 1874, 1 vol. in-8°. — **Li Roumans de Berte aus grans piés**, publié par le

e,